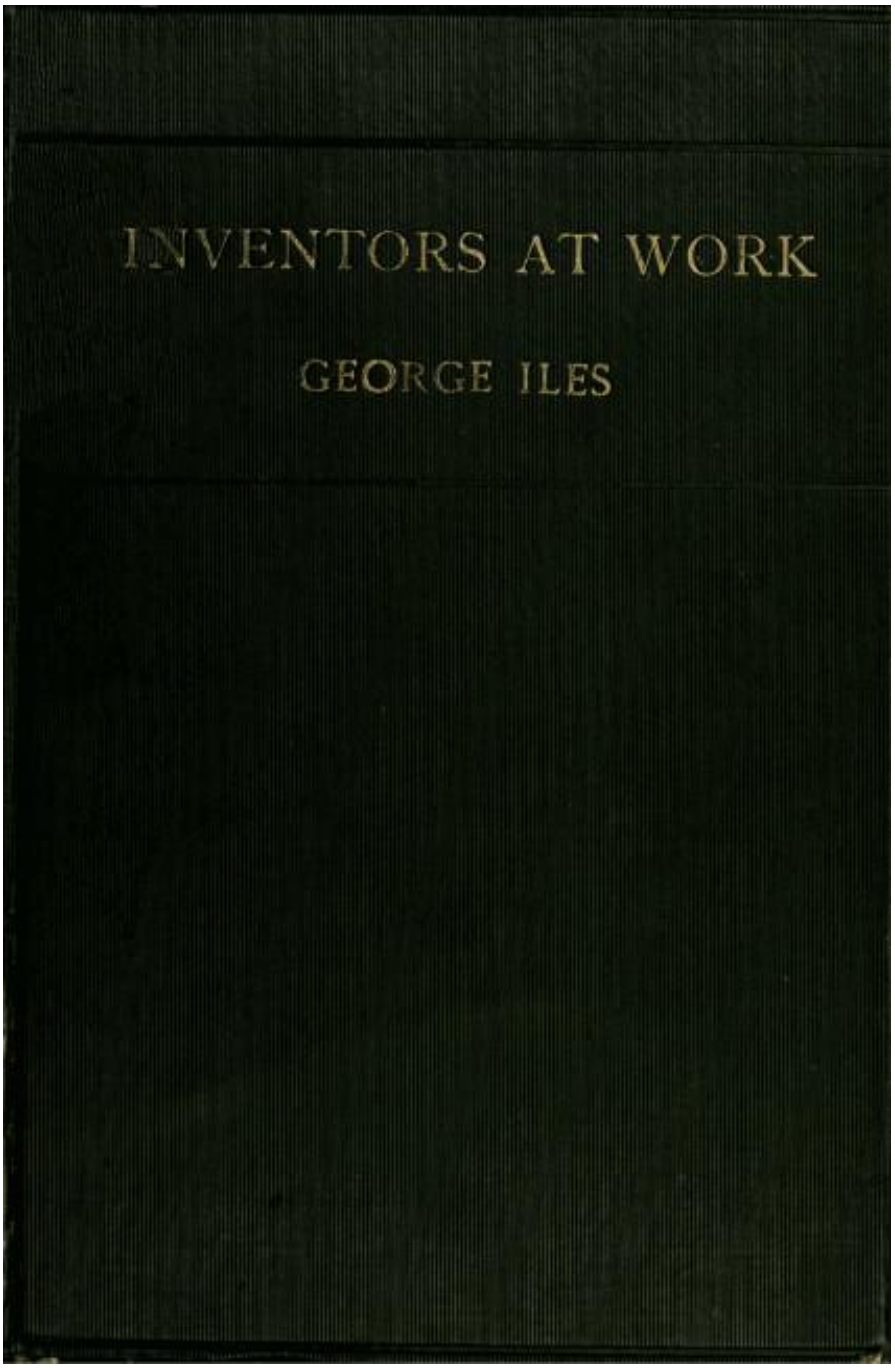
Изобретатели за работой, с главами об открытиях

Джордж Айлс



Электронная книга проекта "Гутенберг", посвященная работе изобретателей, с главами, посвященными открытиям

Эта электронная книга предназначена для использования любым человеком в любой точке Соединенных Штатов и большинства других частей мира бесплатно и практически без каких-либо ограничений. Вы можете скопировать его, раздать или повторно использовать в соответствии с условиями лицензии Project Gutenberg, прилагаемой к этой книге, или онлайн по адресу www.gutenberg.org. Если вы находитесь за пределами Соединенных Штатов, вам необходимо ознакомиться с законами страны, в которой вы находитесь, прежде чем использовать эту электронную книгу.

Название: Изобретатели за работой, с главами об открытиях

Автор: Джордж Айлз

Дата выхода: 10 марта 2015 г. [Электронная книга № 48454]
Последнее обновление: 24 октября 2024 г.

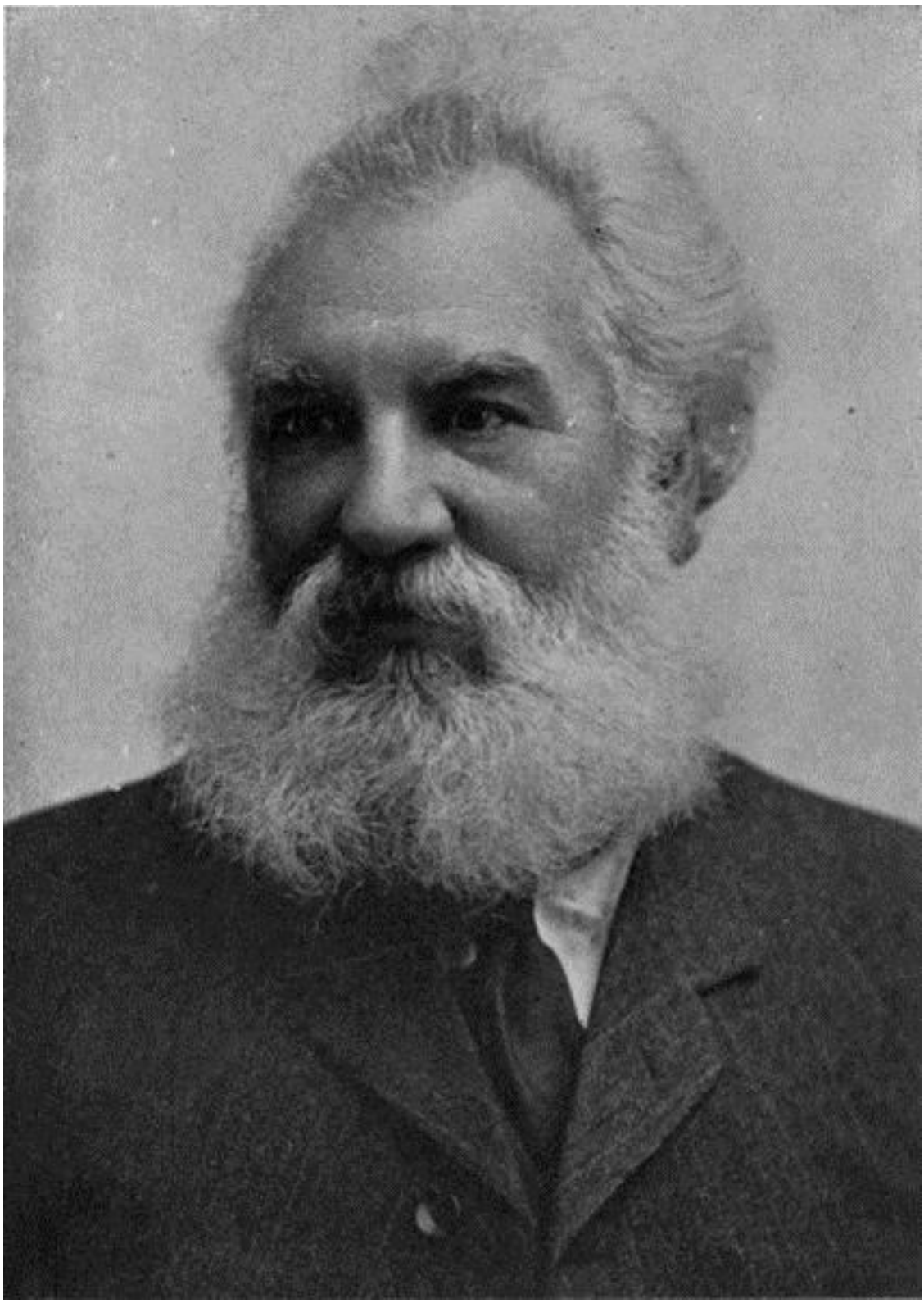
Язык: Английский

В титрах: Подготовлено Крисом Керноу, Гарри Ламе и командой онлайн-корректоров по адресу http://www.pgdp.net (Этот файл создан на основе изображений, щедро предоставленных интернет-архивом)

*** НАЧАЛО ПРОЕКТА ЭЛЕКТРОННОЙ КНИГИ ГУТЕНБЕРГА "ИЗОБРЕТАТЕЛИ ЗА РАБОТОЙ" С ГЛАВАМИ, ПОСВЯЩЕННЫМИ ОТКРЫТИЯМ ***

Пожалуйста, ознакомьтесь с примечаниями переписчика в конце этого текста.

ИЗОБРЕТАТЕЛИ ЗА РАБОТОЙ



Авторские права принадлежат Park & Co., Брантфорд, Онтарио.

ПРОФЕССОР АЛЕКСАНДР ГРЭМ БЕЛЛ.

Изобретатели за работой

С главами , посвященными Открытиям

Джордж Айлз,
Автор книги “Пламя, электричество и камера”

Обильно Иллюстрированный

Нью-Йорк
Doubleday, Пейдж и компания
1907

Авторское право, 1906, Джордж Айлз,
Опубликовано в октябре 1906 г.

Все права защищены, включая права на перевод на иностранные языки, включая скандинавский

МОЕМУ ДРУГУ ДЖОЗЕФУСУ НЕЛЬСОНУ ЛАРНЕДУ Из БУФФАЛО, штат НЬЮ-ЙОРК

Содержание

		СТРАНИЦА
	СПИСОК ИЛЛЮСТРАЦИЙ	xiii
	БЛАГОДАРНОСТИ	xxi
ГЛАВА		
I.	ВВЕДЕНИЕ	1
II.	ФОРМА Так же важна, как и содержание. Почему балка жестче доски. Балка изготавливается из балки. Железнодорожные рельсы - это высокоэффективные	5

балки, разработанные и испытанные мистером П. Х. Дадли

III. ПРОДОЛЖЕНИЕ ФОРМЫ. МОСТЫ 18
Крыши и небольшие мосты могут строиться во многом одинаково. Ферменная конструкция с маятниковой опорой, приспособленная для мостов в шестнадцатом веке, была заброшена на двести и более лет. Трубчатый мост Виктория заменен ферменной конструкцией. Консольные пролеты на Ниагаре и в Квебеке. Подвесные мосты в Нью-Йорке. Конструкция тетивы лука представляет собой замаскированную арку. Почему мосты строятся с небольшим изгибом вверх? Как скрепляют мосты в Америке и Англии

IV. ПРОДОЛЖЕНИЕ ФОРМЫ. ЛЕГКОСТЬ, УДОБСТВО В ДВИЖЕНИИ 39
Почему опоры выполнены полыми. Преимущества арок в зданиях, мостах и дамбах. Трубы в новых системах водоснабжения. Колеса важны как никогда. Углы уступают место изгибам

V. ФОРМА ПРОДОЛЖЕНА. КОРАБЛИ 52
Сопротивление судов изучается отдельно. Это приводит к улучшению формы либо с точки зрения скорости, либо с точки зрения грузоподъемности. Эксперименты с моделями в бассейнах. Корабль викингов, которому тысяча лет, замечательного дизайна. Клиперы и современные

пароходы. Суждение по замыслу

VI. ФОРМА ПРОДОЛЖЕНА. УМЕНЬШЕННОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ 65
Формирует, чтобы уменьшить сопротивление движению. Кадр сформирован для того, чтобы быстро перемещаться по воздуху. Железнодорожные поезда и автомобили несколько схожей формы. Зубчатые колеса, конвейеры, пропеллеры и турбины изогнуты таким образом, чтобы двигаться с максимальной свободой

VII. ПРОДОЛЖЕНИЕ ФОРМЫ. ЭКОНОМИЯ СВЕТА И ТЕПЛА 72
Экономия света за счет стекла правильной формы. Экономия тепла за счет хорошо спроектированных конвейеров и радиаторов. Почему шероховатое стекло может быть лучше гладкого. Призмы направляют свет по нужным траекториям. Магия полного отражения задействована. Глобусы из голофана. Призмы в бинокулярных очках. Шлифовка линз. Излучение тепла усиливается или предотвращается по желанию

VIII. ФОРМА ПРОДОЛЖЕНА. ИНСТРУМЕНТЫ И ОСНАСТКА 89
Инструменты и оснастка специальной формы для повышения эффективности. Режущие инструменты старые и новые. Вырезать кольцо проще, чем целый круг. Токарные, строгальные, формовочные и фрезерные станки намного превосходят

ручные. Абразивные круги и прессы заменяют старые методы. Использование создает красоту. Удобство в использовании. Изобретательность, подстегиваемая нехваткой ресурсов

IX. ФОРМА ПРОДОЛЖАЕТСЯ. ИСКУССТВО АБОРИГЕНОВ 108
Форма в искусстве аборигенов под влиянием материалов. Старые формы сохраняются в новых материалах. Дары природы сначала используются как данность, затем модифицируются и копируются. Жесткие материалы означают жесткие модели. Новые материалы еще не оказали своего полного влияния на современный дизайн

X. РАЗМЕР 120
Небесных тел, больших и малых. Земля, создаваемая понемногу. Фермер как разделитель. Пыль и ее опасности. Модели могут вводить в заблуждение. Большие конструкции экономичны. Малость атомов. Их преимущества. Пыль отталкивается светом

XI. СВОЙСТВА 135
питает пищу. Оружие и инструменты прочны и долговечны. Одежда украшает и защищает. Укрытие должно быть прочным. Свойства, модифицированные искусством. Высокая полезность бамбука. Плетение корзин находит широкое применение. Алюминий, как производится

и используется. Качества, которые долгое время были нежелательными или бесполезными, теперь выгодны. Объекты недвижимости, создаваемые по мере необходимости

XII. ОБЪЕКТЫ НЕДВИЖИМОСТИ ПРОДОЛЖАЛИ обеспечивать больше и качественнее света как за счет газа, так и за счет электричества. Светильник Драммонда. Вельсбахская мантия. Многие конкуренты углеродных нитей и карандашей. Пылающие дуги. Трубки с парами ртути 154

XIII. ПРОДОЛЖЕНИЕ СВОЙСТВ стали: ее новые разновидности - это практически новые металлы, прочные, ударопрочные и жаропрочные в таких степенях, которые бесценны для искусства. Мельчайшие примеси в других сплавах являются наиболее сильнодействующими 163

XIV. СВОЙСТВА стекла ПРИОБРЕЛИ новые и наиболее полезные качества. Металлы пластичны под давлением. Непроводники тепла. Норвежская кухонная коробка. Печь Аладдин. Материя, кажется, помнит. Слабые влияния со временем становятся сильными 180

XV. ПРОДОЛЖЕНИЕ СВОЙСТВ. РАДИОАКТИВНОСТЬ Сначала изучаются наиболее очевидные свойства. Затем те, которые скрыты от беглого взгляда. Радиоактивность, выявленную электриком. Свойство, которое может быть универсальным и иметь 197

	высочайшее значение. Его изучение приближает нас к окончательным объяснениям. Пророческие взгляды Фарадея	
XVI. Методы	ИЗМЕРЕНИЯ , начинающиеся с эмпирических правил, доводятся до предельного совершенства. Стандарты старые и новые. Фут и локоть. Метрическая система. Усовершенствованное измерение как средство обнаружения. Интерферометр измеряет 15 000 000 дюймов. Световая волна как неизменяемая единица длины	208
XVII.	ИЗМЕРЕНИЯ ПРОДОЛЖАЮТСЯ Вес, время, тепло, свет, электричество измеряются с новой точностью. Точное измерение означает взаимозаменяемость конструкций и указывает путь к максимальной экономии. Бюро стандартов в Вашингтоне. Измерение в экспертном планировании и реформировании	219
XVIII.	ПРИРОДА КАК УЧИТЕЛЬ Заставляет идти по пути наименьшего сопротивления. Доступность определяет, где возникнут города. Растения отражают инженерные принципы в структуре. Уроки человеческого сердца, глаз, костей, мышц и нервов. Искусство может подражать тому, что сделала природа, — в выделении кислорода из воздуха, в полете, в производстве света, в преобразовании тепла в	245

работу: уроки низших животных. Оса, использующая молоток

XIX. КВАЛИФИКАЦИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЕЙ И ПЕРВООТКРЫВАТЕЛЕЙ 267
Знания, которые ищут незаинтересованные исследователи. Богатый урожай с немногочисленными жнецами. Германия лидирует в оригинальных исследованиях. Институт Карнеги в Вашингтоне

XX. НАБЛЮДЕНИЕ 279
На что обратить внимание. Глаз может не увидеть того, чего он не ожидает увидеть. Линзы открывают миры, великие и малые, невидимые иным образом. Наблюдатели небес и жизни на морском побережье. Коллекции помогают открытиям. Счастливые случайности, применяемые для получения прибыли. Распространенные верования могут быть основаны на правде. Инженер, обучавшийся в банке swallow

XXI. ЭКСПЕРИМЕНТ 299
Ньютон, Уатт, Эрикссон, Роуленд, будучи мальчиками, были конструктивны. Страсть к созданию новых вещей. Помощь воображения и тренированной ловкости. Эдисон рассказывает, как родился фонограф. Запись телефонных сообщений. Почерк передается с помощью электричества. Как машины имитируют руки. Оригинальность в атаке

XXII. АВТОМАТИЗМ И ИНИЦИИРОВАНИЕ 329

Самодействующие устройства сокращают трудозатраты. Запускают эффекты в лаборатории, студии и мастерской. Телефоны-автоматы. Равновесие атмосферы может быть легко нарушено

XXIII. УПРОЩЕНИЕ 340
Простота всегда желательна, за исключением тех случаев, когда она обходится слишком дорого. Идти прямым путем, а не окольными. Упущения могут быть выгодными. Классификация и сигнализация проще, чем когда-либо прежде

XXIV. ТЕОРИИ, КАК ДОСТИГАЕТСЯ И ИСПОЛЬЗУЕТСЯ 355
обоснованное предположение. Творческая сила. Воображение необходимо. Процесс доказательства. Теория выгодно направляет как наблюдение, так и эксперимент. Взгляды Тиндаля. Дискурсивность Томаса Янга

XXV. ПРОДОЛЖЕНИЕ ТЕОРЕТИЗИРОВАНИЯ 366
Аналогии имеют ценность. Многие принципы можно изменить с выгодой. Противоположность старому методу может быть прибыльной. Суждение уступает место измерению, а затем переходит к новым областям

XXVI. НЬЮТОН, ФАРАДЕЙ И БЕЛЛ ЗА РАБОТОЙ 387
Ньютон, верховный обобщитель. Фарадей, мастер экспериментов. Белл, изобретатель телефона,

	передает речь с помощью луча света	
XXVII.	БЕССЕМЕР, СОЗДАТЕЛЬ ДЕШЕВОЙ СТАЛИ. НОБЕЛЬ, ИЗОБРЕТАТЕЛЬ НОВЫХ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ Бессемер - человек золотого невежества. Его смелость и разносторонность. История его сталелитейного производства, рассказанная им самим. Героическое мужество Нобеля в неудачах и невзгодах. Наконец-то его триумф. Случайный намек оборачивается большой прибылью. Современные изобретатели организовали атаки новой широты и дерзости	401
XXVIII.	СЖАТЫЙ ВОЗДУХ - помощь шахтерам, каменоломщикам и скульпторам. Привод для насосов. Гравирует стекло и очищает отливки. Пыль и грязь удаляются путем выпуска воздуха. Пневматические тормоза и сигналы Westinghouse	417
XXIX.	БЕТОН И ЕГО АРМИРОВАНИЕ , и ЕГО АРМИРОВАНИЕ - проще и дешевле, чем резка. Бетон для жилых помещений обеспечивает комфорт и пожаробезопасность. Укрепленный сталью, он строит склады, фабрики и мосты нового качества	429
XXX.	ДВИЖУЩАЯ СИЛА, ПОЛУЧЕННАЯ БЛАГОДАРЯ НОВЫМ ЭКОНОМИЧНЫМ усовершенствованиям в работе с паром. Механическая тяга. Автоматические кочегарки. Улучшенные котлы. Пароперегреватели.	446

Экономичные конденсаторы. Паровые турбины на суше и на море

XXXI. ДВИЖУЩИЕ СИЛЫ, ПРОДОЛЖЕНИЕ. УСЛУГИ ОТОПЛЕНИЯ 457

газом от производителя. Газом от производителя. Газовые двигатели. Сравнение паровых и газовых двигателей. Дизельный двигатель - лучший тепловой двигатель из всех. Бензиновые двигатели. Спиртовые двигатели. Объединенные паровые и газовые двигатели. Совместное производство тепла и электроэнергии. Централизованное паровое отопление. Изолированные установки. Электрическая тяга. Газ для производства тепла, света и электроэнергии

XXXII. НЕСКОЛЬКО СОЦИАЛЬНЫХ АСПЕКТОВ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВА 478

Почему города выигрывают за счет страны. Фабричная система. Количество маленьких магазинов увеличилось. Разделение труда перешло все границы и видоизменяется. Тенденции против централизации и монополии. Жилища, объединенные для новых услуг. Автономные дома, обогреваемые из центра. Литература об изобретениях и открытиях, хранящаяся в публичных библиотеках

ИНДЕКС 489

СПИСОК ИЛЛЮСТРАЦИЙ

Профессор Александр Грэм Белл *Фронтиспис*

усадьбы Белл, Брантфорд, Онтарио, *обращенный* 2

Ледяная линза , фокусирующая солнечный луч 5

Резиновая лента, подвешенная по всей длине досок и балок 7

Доска, сложенная вдвое по ширине и краям 7

, и телеграфных столбов под давлением. Провода под напряжением 8

резина цилиндр, выравненную от сжатия, удлинен на напряжение 9

резиновая балки сжимаются вместе верх, вытянутый вдоль нижней части 10

балки, вырезанные из балки 10

резина Я-балки подвесные плашмя и на ребро 10

прогона контуры простым, застроенный, в Локомотив ничья-бары 11

сталь руды автомобилей 12

ламп угол колонны, метро в Нью-Йорке 12

планка рельс и Стрингер, ирокез & Хадсон Р. Р., 1830 13

Plimmon X. Дадли *сталкивается* 14

Дадли рельсы 16

сталь-шпалы и рельсы 17

короля-пост фермы 18

периодах из четырех сторон 19

сечение Арктике корабль “Рузвельт” 20

циркуль эластичная резиновая прокладка 20

Королева-пост стропильной 21

верхнюю часть ферменная конструкция крыши, территорий двух основных силовых дом, Нью-Йорк 21

Две королевы-должность ферм с моста 22

Палладио ферм 22

заусенцев мост, Уотерфорд, Ю. Н. 23

Хоу и Pratt фермы 24

Балтимор стропильной 25

Уиппл мост 25

простые консольные 26

"Виктория" мост, Монреаль, оригинальная форма 27
Виктория моста, Монреаль, в нынешнем виде 28
консольный мост, неподалеку от Квебека 29
Кентукки река консольный мост 30
арочный мост, Ниагарский водопад 31
тетива мост, Филадельфия 32
Вильямсбургский мост в Нью-Йорке 33
неразрезная балка моста, Лашин, Монреаль, неподалеку - 34
резиновые прокладки поддерживается на 4 очка, и на 2 очка 34
плиты балочного моста 35
решетку балочного моста, показывая заклепками 36
книжной полке в груженом и порожнем состоянии, показаны развал 36
штифт, соединяющий части моста 37
моста ролики в разделе и в плане 38
прогон профилей в различных формах 39
резиновых цилиндров, сплошных и полых сравнении в Саг - 40
руле велосипеда на стальной трубопровод 40
дующегося в стальной трубопровод 41
отбойный молоток в стальной трубопровод 41
удочка в стальной трубопровод 41
мост из стальной трубы 41
арочный мост из стальной трубы 42
спираль огня-зажигалка 42
спираль сварные стальные трубы 42
большой каменной аркой в мире, Плауэн, Германия 43
Церковь Сен-Реми, Реймс, Франция 43
Кривой подвешены цепи 44
Дамба поперек Медвежьей долине, штат Калифорния, 44
Фергюсон замок-бар 45
руку-отверстие пластины, Эри города водотрубный котел 46
арба с твердыми колесами 47
упорные шариковые подшипники воротник 48

жесткие подшипники для осей легковых автомобилей 48
Хаятт спиральный роликовый подшипник. То же самое касается поддержки оси 49
Ступеней и подступенков лестницы, соединенных изгибами 49
Угол Мэдисон-сквер-Гарден, Нью-Йорк 50
Две трубы с воронкообразным соединением 50
Модель бассейна, ВМС США, Вашингтон, Округ Колумбия *напротив* 54
Корабля викингов 56
Клипера “Молодая Америка” 58
Парохода "Кайзер Вильгельм II" 60
Грузового парохода 61
Эсминца торпедных катеров США 62
Креста -секции кораблей, 63
Гоночных автомобиля. Клин спереди и spokeless колеса 66
Билграм перекоса редуктора 67
элеватор 68
Робинс транспортера 68
Эварт съемный ссылке Бельтинг 69
кривые турбин 70
сталь лопасти ветряной мельницы 70
ковшовые колеса воды и струи 71
Luxfer призма 74
линза Френеля 74
лампу и отражатель, блок 75
перевернутая дуга-светло - 75
Сакраменто окунь полностью отражается в аквариуме 77
диаграмма, иллюстрирующая полного отражения 78
сайту holophane шара разделы 79
сайту holophane шара, отражая изгибы 80
сайту holophane миру, трех сортов 80
сайту holophane шара и Вельсбах мантии 81
проволоки сокращается время первоначального направления возобновляется 81
четырех зеркала отражают Луч в линию 82

параллельно первому пути
призмы для цейсовский бинокль 82
разделах для цейсовский бинокль 83
инструментов для изготовления оптических поверхностей 84
бифокальные линзы для очков 85
канадских поле-плита 86
канадских нема-плита 86
трубопровод радиат 87
Голда электрический подогреватель 87
столп проводной трубки для автомобилей 87
профнастил котел 88
трубы позволяет сужение или расширение 88
резьбы долота и стамески 90
токарные резцы 90
трещоткой бит раскос 90
эскимо кожи скребком 91
двойной инструмент для сверления листовой стали, 91
обычная дрель по сравнению с кольцевым буром 92
сверл 93
как инструмент режет металл 94
Музей пожарной дрель 94
токарный станок, с деталями подробно 95
крестового суппорта 96
Бланшар токарный 96
- револьверный станок с боковой и верхней видом 97
Эрикссон монитор 98
Железный планер 99
утюг формирователь 99
фрезерный станок 100
фрезы со вставными зубами 100
фрезы выполнения кривых 101
наждачные круги 102
карборунд колеса краям 102
роллы для снижения стали толщиной 104
тыква тени сосуда, Арканзас 108
тыквы и производных форм керамики 109

помо корзина 109
Bilhoola корзины 110
Bilhoola корзину, квадратный сантиметр 111
свободной руке свиток: так же, как тканые 111
Yokut корзина чаша 112
пробник на картоне 115
коры сосуда и производные форма в глине 115
ваза из Кургана, Сент-Джордж, Юта 116
деревянный поднос. Производное глины 116
Сосуд-раковина. Земляные производные 116
лампы электрические свечи формы 117
Нотр-Дам-де-Бонсекур, Монреаль 118
Новый Амстердам театр Нью-Йорке *сталкиваются* 118
Огарков больших и малых на очаг 120
кубов подразделяется на 8 кубов 121
куб, построенный из 27 кубиков 122
две резиновые полоски, меняя как одного до трех размеров, по сравнению в Саг - 127
воздушных пузырьков, поднимающихся в масле 128
Дворжак звук-стан 132
луч света отклоняется от пыли 133
доктор барон Карл Ауэр фон Вельсбах *сталкивается* 156
Буавен горелки для спирта 157
спиртовая лампа с вытяжка 158
Вельсбах мантии 159
танталовые светильника 160
лампа накаливания доктора "Кузел" 160
Хьюитт ртутные лампы 161
участки перлита и стали *перед* 164
уборка вагонов “вакуум” Способ *облицовки* 164
мартеновская 165
профессор Эрнст Аббе *сталкивается* 182
блаженство формовки 184
блаженство процесс оболочки, что делает 184
мандолина прессованные из алюминия 185
нажал бесшовный кувшин 185
бочка из штампованной стали 185
диапазон фронт из штампованной стали 186
прижал тюбик из-под краски и покрытия 186

норвежский плита 189
Аладдин духовка 190
Майер плавающие магниты 193
Кристалл квасцов, разрушается и восстанавливается 194
мрамора до и после деформации под давлением 195
профессор Эрнест Резерфорд *сталкивается* 202
профессор А. А. Майкельсона *сталкивается* 214
интерферометр Майкельсона 215
свет-волны искаженной нагретый воздух 216
древнеегипетский баланс 219
Rueprecht баланс 220
Эрншо компенсируется колесо баланса 223
Рифлер часы 224
фотометр 227
стрелка компаса отклоняется от электрического провода 230
стрелка компаса отклоняется электрическим катушки 231
Максвелл гальванометр 231
Уэстон вольтметр 232
микрометр штангенциркуль измерительные $^{1}/_{1000}$ дюймов 236
вилка и кольцо для стандартных измерений 237
двух линз, как прижимаются друг к другу Ньютона 237
кольца Ньютона 238
квартира джиг или руководства 239
лиственных Кипарис 247
лиственных Кипарис, гипотетическая схема 248
отрезок трубы или болотах травы; из камышей 251
человека тазобедренного сустава 252
клапанов вен 252
застроенной пистолет 253
ахроматических призм и линз 255
трех рычагов 256
рука держа мяч 256
зубов бобра 258
нарвала с Витой Туск 259

нижней части воин муравьев гнезда, показаны купола 260
Оса используя гальку, молоток 260
кубинских Светлячок 263
доктор Р. С. Вудворт *сталкивается* 276
перфорированный паруса для кораблей 292
фонографе 312
Telegraphone 314 *и* *сталкивается* 314
серый ФотоТелеграф 315 *и* *сталкивается* 318
Хасси-х косилки и жатки 321
линотип Мергенталера, оправдывая клинья 323
Schuckers' двойного клина уничтожено 324
двух клиньев частично в Контакте, и полностью в Контакте 325
поляризованный свет показывает напряжений в стекле 327
стоп-моушн 330
Декстер механизм подачи 331
Шумана " "Грезы" " в партитуру, и на Пианола ролл 334
механизм Пианола 335
автоматическая телефонная 336 *и* *сталкивается* 336
Бленкинсоп "паровоза", 1811 345
заметки на свободные карточки в алфавитном порядке, 350
секционный шкаф, стол и ящики 351
Берк телеграфный код 353
Берк упрощенный телеграфных сигналов 354
Пупин междугородной телефонии 367
воды-датчик прямому и обратному 370
Томас Алва Эдисон *сталкивается* 374
кубического корня экстрактор 376
кв.-корень экстрактор 377
Расин вентиляционные и нагревательные приборы 380
велосипед, подвешенный мост 382
телефонов получения звука через луч света, 395
селен цилиндр с рефлектором 398

перфорированный диск урожайность звук от светло - 399
сэр Генри Бессемер *перед* 402
первых Бессемеровских конвертеров и ковшей 406
новый Ingersoll резца угля 418
сверла сталей 418
скульптор при работе с пневматическим зубилом *сталкивается* 418
Haeseler воздуха-молоток 419
перфоратор используется в качестве молотка 420
Маленький гигант древесины-расточной станок 420
вода, поднимаемая с помощью сжатого воздуха 421
Харрис системы накачки сжатым воздухом 422
Харди сопло для окрасочных сжатым воздухом 423
вакуумный обновленцев для ковров и обивки 424
форсунки пескоструйные, Drucklieb по 425
вертикального ресивера, Интер - и внешний кулер 426
бетона фундамента силоса 431
бетона силоса 432
особняк в бетоне, Форт-Томас Кентукки *перед* 432
стены из двух частей бетонных блоков 434
Рансом бар для бетона 436
рифленая сталь бар 436
Тэтчер бар 436
Кан бар 437
Hennebique железобетонного прогона 437
Монье плетение 437
расширенный металл бриллиант планка 438
дерево коробка в развернутом сталь 438
Королевский Банк Канады, Гавана *перед* 438
замок-сплетенная ткань провода 439
столбце формы для бетона, Ингаллс Билдинг, Цинциннати 440
сечение дымохода, Лос-Анджелес, Коэф. 441
Coignet плетения и крючок 442
сечение проводника, Ньюарк, Нью-Джерси 442

воды водопропускных 443
р. де Pêres мост, лес, Парк, Сент Луис 444
мемориальный мост, Вашингтон, Д. С. 444
Фрэнсис вертикальное колесо турбины 446
5000 лошадиных сил Аллис-Чалмерс паровой двигатель *сталкиваются* 448
дым-Джек 449
мощность доме, территорий двух основных ко. Нью-Йорк, экстерьер *сталкиваются* 450
пароперегреватель Шмидта 451
власти доме, территорий двух основных ко. Нью-Йорк, интерьер *сталкивается* 452
де Лавалем паровая турбина, разделы 453
Вестингауза-паровая турбина Парсонса *сталкивается* 454
горючего газа из свечи 458
Тейлор газ-продюсер 460
четырехтактного газового двигателя 463
огонь шприц 467
Расин колесо вентилятора без кожуха 472
Расин монограмма дымосос и твердое основание нагревателя 473
Нью-Йорк Центральный Р. Р. электровоза с пятью автомобилями поезд *сталкивается* 476

БЛАГОДАРНОСТЬ

Помощь в написании этого тома признается в ходе написания его глав. Автор выражает также признательность доктору Л. А. Фишеру из Бюро стандартов в Вашингтоне, который переработал параграфы, описывающие работу Бюро; мистеру К. Р. Манну из Физической лаборатории Райерсона Чикагского университета, который исправил параграфы, посвященные интерферометру; мистеру Уолтеру А. Митчеллу, ранее работавшему в Колумбийском университете в Нью-Йорке, который переработал большинство глав, посвященных измерениям. Г-н Томас Э. Фант, глава Департамента строительства и ремонта Военно-морской верфи в Вашингтоне, округ Колумбия, представил фотографию воспроизведенной здесь модели бассейна. г-н Уолтер Хаф из Национального музея в Вашингтоне, округ Колумбия, представил фотографию корзины Помо, также воспроизведенной здесь. Г-н Джон Ван Флек и г-н Генри Г. Стоттт из Нью-Йорка, г-н Джордж Р. Прауз и г-н Эдсон Л. Пиз из Монреаля предоставили рисунки и фотографии для иллюстраций, представляющих необычайный интерес. Г-н Джордж Ф. К. Смайли из Бюро гравировки в Вашингтоне, округ Колумбия, г-н Персиваль Э. Фанслер, г-н Эрнест Ингерсолл

и г-н Эшли П. Пек из Нью-Йорка прочитали в качестве корректуры части следующих глав. Их исправления и предложения были незаменимы.

Профессор Брэдли Стаутон из Горного факультета Колумбийского университета, Нью-Йорк, был настолько любезен, что предоставил краткий список книг по стали, дополнив главу по этой теме своей редактурой. Если бы это было возможно, другие главы были бы дополнены аналогичным образом другими учителями Марка. В 1902 году Американская библиотечная ассоциация опубликовала аннотированное руководство по литературе американской истории, в котором приняли участие сорок выдающихся критиков и ученых во главе с г-ном Дж. Н. Ларнедом в качестве редактора. Хочется надеяться, что в недалеком будущем будут выпущены руководства в области науки такого же полезного плана, должным образом дополняемые и пересматриваемые время от времени.

В настоящем томе автор попытался включить в свой обзор основные факты по состоянию на конец мая 1906 года.

Нью-Йорк, сентябрь 1906 года.

ИЗОБРЕТАТЕЛИ ЗА РАБОТОЙ

ГЛАВА I
ВВОДНАЯ

Изобретатели и первооткрыватели по праву принадлежат к числу самых почитаемых людей. Именно они пополняют знания, подчиняют материю как по форме, так и по содержанию, учат нас, как выполнять старую задачу, такую как освещение, с новой экономией, или вручают нам совершенно новые подарки, такие как спектроскоп и беспроволочный телеграф. Именно они учат нас, как превратить весло в руль, и руководят выполнением задачи с помощью нашего мозга, вместо того чтобы тянуть за нее мускулами. Они позволяют нам заменять потерю приобретением, расточительство бережливостью, усталость комфортом, опасность безопасностью. И, что важнее всего, они помогают нам все больше и больше понимать ту запутанную драму, сценой и зрительской галереей которой поочередно является эта планета. Основное различие между современным человечеством и его скромными предками, жившими на верхушках деревьев и в пещерах, было выработано изобретателями и первооткрывателями, которые неуклонно поднимали план жизни, делали его шире и лучше с каждым годом.

По такой обширной теме, как труды этих людей, книга "Порог" может предложить лишь несколько взглядов на актуальные принципы, к которым читатель может добавить все, что ему заблагорассудится, исходя из своих собственных наблюдений и экспериментов. Вначале наше внимание привлекут формы: во-первых, приданные таким образом, чтобы их сохраняли балки, фермы и мосты; затем воплощенные в конструкциях, минимизирующих трение, таких как хорошо спроектированные корабли; или способствующие повышению эффективности инструментов и машин; или решающие, как наилучшим образом можно излучать тепло или рассеивать свет. Далее следует несколько слов о способах придания

формы, влиянии на форму используемых материалов и чрезмерной жизнеспособности старых форм, которые давным-давно должны были попрощаться с нами. Структуры , похожие по форме, могут различаться по размеру. У величины есть своя экономия, как и у малости. Обоим будет уделено краткое внимание с быстрым обзором новых материалов, которые позволяют конструкторам устанавливать башни или двигатели больших размеров, чем это было возможно до сих пор.

Далее мы рассмотрим сущность, столь же важную, как и форма. Сначала несколько слов будет сказано о свойствах пищи, одежды, укрытия, оружия и инструментов. Затем будут рассмотрены свойства топлива и источников света, поскольку их эффективность неуклонно повышается. Будет показано, как изменяются свойства под действием тепла и электричества, с иллюстрациями на примере сталей нового и удивительного качества и известных сортов стекла, производимых в Йене. На нескольких страницах мы расскажем о некоторых поразительных явлениях радиоактивности, проявляемых радием, торием и родственными веществами, явлениях, которые меняют фундаментальные концепции физики и химии.

Изучение формы и свойств, каким бы беглым оно ни было, должно включать измерения, в противном случае изобретатель не сможет с точностью воплотить замысел в работающей машине или точно знать, насколько прочны, эластичны или электропроводны стержень, проволока или рама. Будут представлены измерительные приборы, описано их использование, а результаты точных измерений отмечены как помощь в создании современного механизма, взаимозаменяемости его частей, экономии материалов и энергии в каждой отрасли промышленности. Далее последует глава, посвященная задачам, которые Природа давно выполнила и которые искусству еще предстоит выполнить, например, преобразованию энергии топлива в человеческом теле при обычных температурах в работу. Очевидно, что для будущих изобретений открывается широкое поле, поскольку они копируют функции растений и животных; функции, которые сначала нужно тщательно наблюдать, затем объяснять и, наконец, имитировать с наименьшей возможной тратой усилий.

Теперь мы коснемся оборудования и талантов к изобретательству и открытиям. Во-первых, знание, особенно как плод бескорыстного исследования; Наблюдение, осуществляемое тренированным интеллектом, призывающим на помощь лучшие современные инструменты; Эксперимент, как воспитанная страсть к построению на оригинальных принципах. Затем, в области механики, мы обращаем внимание на самодействующие машины, на простоту конструкции, которая обеспечивает экономию не только при строительстве, но и при эксплуатации и техническом обслуживании. Либо при проектировании новой машины, либо при достижении великой истины, такой как Всеобщее развитие, есть простор для Воображения, на котором мы затем ненадолго остановимся. В следующей главе рассказывается о том, как могут быть выдвинуты и проверены теории, как аналогия может дать золотую подсказку, какую пользу приносят правила, работающие в обоих направлениях, или даже действия, прямо противоположные тому, что бесспорно делалось на протяжении веков.

Авторское право, 1906, Park & Co., Брантфорд, Онтарио, Канада

УСАДЬБА БЕЛЛ, БРАНТФОРД, ОНТАРИО, КАНАДА.
Александр Грэм Белл и его дочь на переднем плане.
Здесь в 1874 году был усовершенствован телефон.
Сейчас здесь находится Мемориальная ассоциация Bell Telephone Memorial Association.

От этого краткого рассмотрения метода мы теперь переходим к нескольким людям, которые продемонстрировали метод на самом высоком уровне; мы оказываемся в присутствии Ньютона, величайшего обобщителя, и наблюдаем его терпение и добросовестность, столь же замечательные, как и его находчивость в эксперименте, в математическом анализе. Еще более великим в эксперименте, хотя и лишенным математических способностей, является Фарадей, который следующим привлекает наше внимание. Этот великий человек больше, чем любой другой исследователь, заложил основы современной науки и искусства в области электротехники. Более того, он отчетливо видел, как материя может проявляться в "лучистом" состоянии, которое сейчас изучают передовые исследователи в области физики.

У электричества нет инструмента, более полезного в повседневной жизни или в чисто научных исследованиях, чем телефон. Теперь следует рассказ его создателя, профессора Белла, о своем фотофоне, который передает речь с помощью луча света. Этот рассказ показывает нам, как первоклассный изобретатель переходит от одной попытки к другой, пока его труд не увенчивается успехом. Далее мы слышим историю бессемеровского процесса из уст самого сэра Генри Бессемера, дающую нам представление о методах и характеристиках ума, изобретательного, разностороннего и смелого в высшей степени. Далее представлен изобретатель совсем другого типа — Нобель, который дал динамит каменотесу и шахтеру, бездымный порох артиллеристу и спортсмену. Его непоколебимое сердце, несмотря на то, что он постоянно подвергался опасности, делает его героем, таким же храбрым, как всегда, сражавшимся в опасных и унылых кампаниях до победного конца.

Многие достижения в области механики и конструирования были достигнуты скорее благодаря череде атак одного лидера за другим, чем одним решающим ударом Ватта или

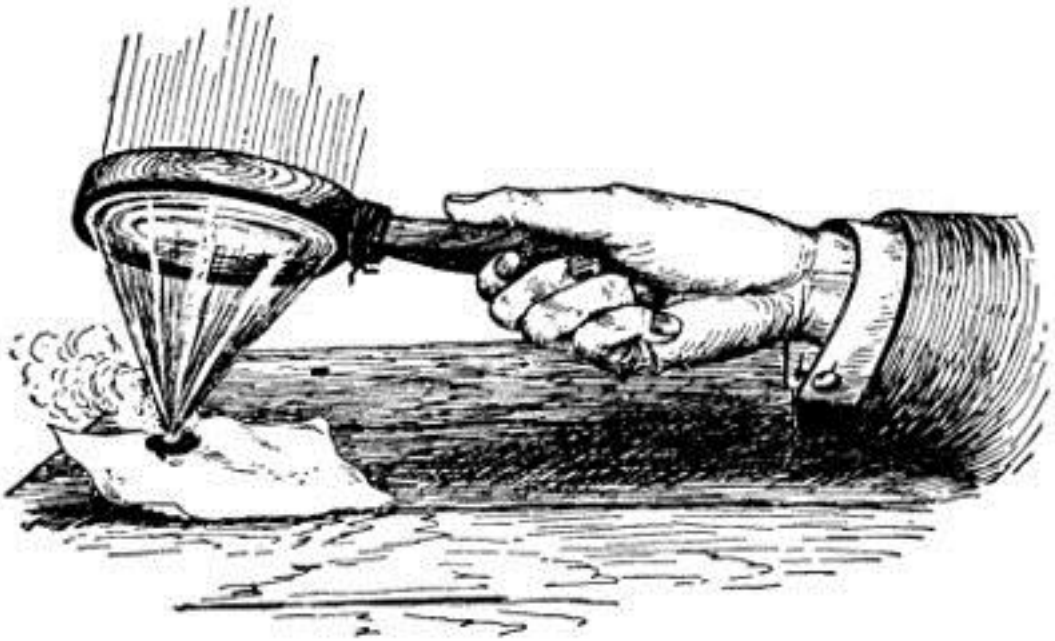
Эдисона. Великая группа изобретателей, улучшителей, адаптеров выполнила выдающиеся задачи, о которых не было известно ничего подобного Бессемеру с его конвертером или Аббе с Йеной Гласс. В краткой главе рассматриваются некоторые основные области применения сжатого воздуха - вещества, диапазон действия которого постоянно увеличивается. Столь же полезным в совершенно другой сфере — в строительстве— материалом является бетон, особенно армированный сталью. Предлагается схема его применения. Затем следует тема экономичного использования топлива, получения из него движущей силы с наименьшими возможными потерями. Эта область сегодня привлекает выдающихся изобретателей с перспективой того, что вскоре движущая сила будет значительно удешевлена, что приведет к временному сокращению рутинной работы, новому расширению городов по территории страны и производству света, стоимость которого, возможно, составит всего лишь одну треть от его нынешней стоимости. Далее пара страниц посвящена нескольким социальным аспектам изобретения, его новой помощи и комфорту ремесленникам, фермерам, сравнительно бедным домовладельцам. Будет казаться, что силы, выступающие против чрезмерной централизации промышленности, с каждым днем становятся сильнее.

Заключительное слово дает читателю, особенно молодому, пару советов на случай, если он пожелает пойти по пути обучения, первые шаги по которому сделаны в этой книге.

В 1900 году была опубликована книга автора “Пламя, электричество и фотоаппарат”, в которой рассматриваются некоторые из основных областей применения тепла, электричества и фотографии на примерах, приведенных на момент написания статьи. Этот том может дополнить книгу, которая сейчас находится в руках читателя.

ГЛАВА II
ФОРМА

Форма так же важна, как и содержание . . . Почему балка жестче доски . . . Балка изготавливается из балки . . . Железнодорожные рельсы - это высокоэффективные балки, разработанные и испытанные мистером П. Х. Дадли.



Ледяная линза, фокусирующая солнечный луч.

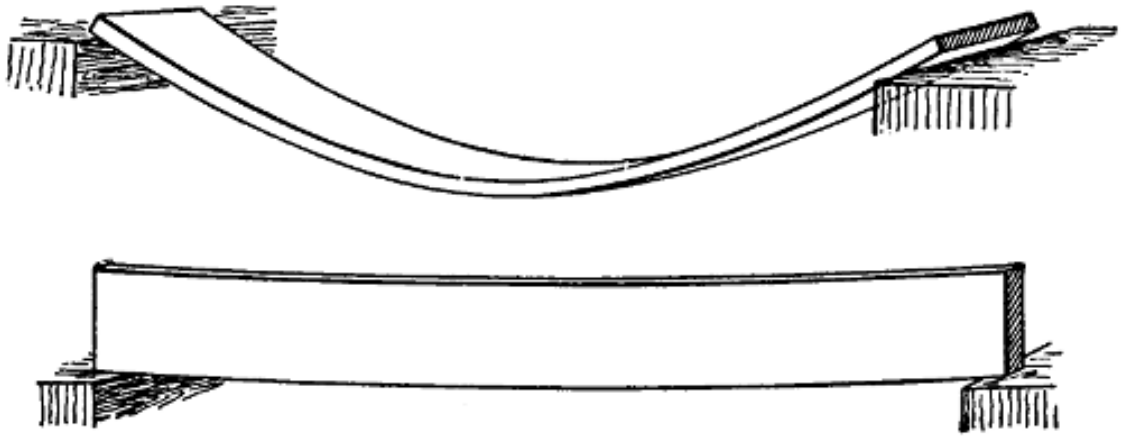
Однажды январским утром в Канаде я стал свидетелем поразительного эксперимента. С безоблачного неба светило солнце, в то время как в тени термометр по Фаренгейту показывал около двадцати градусов ниже нуля. Один мой умелый друг превратил кусочек льда в линзу размером с бинокль для чтения; плотно закрепленный в деревянном обруче, он фокусировал на открытом воздухе солнечный луч так, что тот поджигал лист бумаги и обугливал кедровую гальку серией зигзагообразных линий. Это действительно было доказательством важности формы. Если бы наши руки соприкасались со льдом, они замерзли бы за несколько минут, но благодаря своим изогнутым поверхностям лед настолько концентрировал солнечный луч, что легко разжигал пламя. Достаточно ясно, что какими бы важными ни были свойства, не менее важными являются формы, в которые материя может быть придана и утилизирована. Давайте рассмотрим несколько ведущих принципов, с помощью которых дизайнеры создавали формы, которые экономили их материалы, время и трудозатраты, а также делали их работу безопасной и долговечной. Мы начнем с рассмотрения устройства укрытий - искусства, которое началось со сложения веток и незакрепленных камней и в наши дни требует высочайшего мастерства как архитекторов, так и инженеров.

Прочность и жесткость.

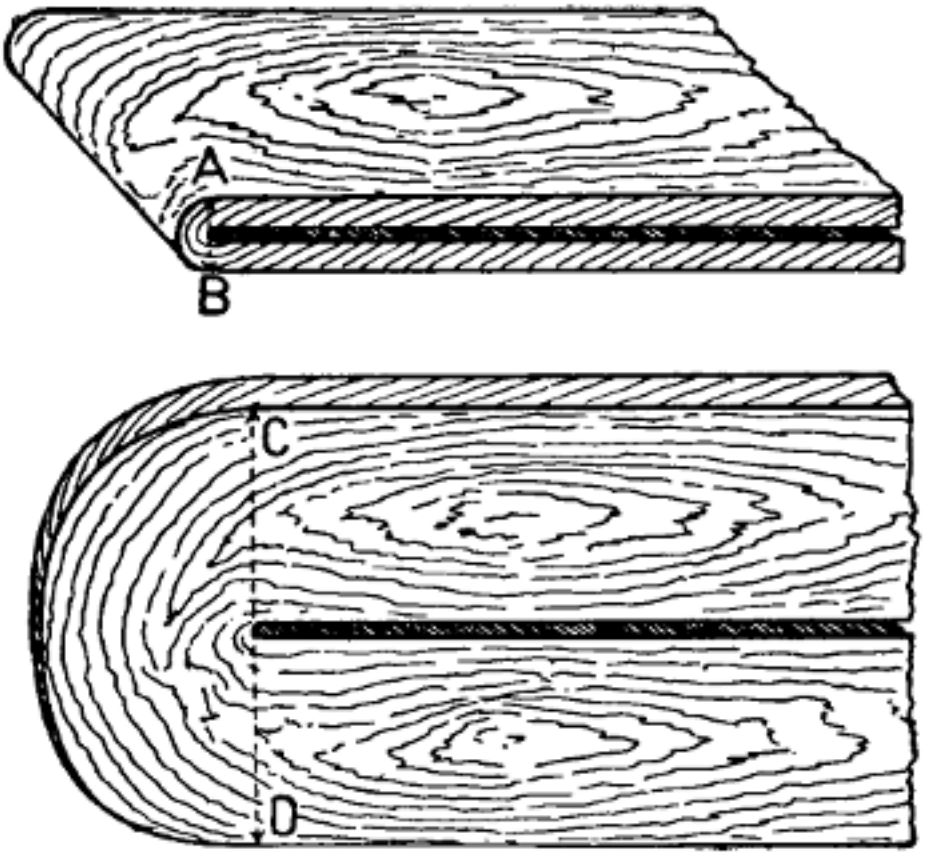
Современное строительство обязано как улучшению формы, так и использованию более прочных материалов: кирпича вместо глины, железа и стали вместо дерева. Из палки, вырезанной из дерева, получается капитальный шест для палатки, который с таким же успехом может служить опорой для крыши хижины. Для таких низких и легких конструкций менять форму палки не стоит. В качестве контраста давайте взглянем на офисное здание в двадцать пять этажей или на основные опоры нового Квебекского моста, возвышающиеся на 330 футов над своими опорами. Чтобы преодолевать такие высоты, необходима прочная сталь, и, как мы сейчас увидим, она должна иметь более эффективную форму, чем цилиндр.

В большинстве случаев прочность зависит от формы, в некоторых случаях прочность не имеет к форме никакого отношения; если мы разрежем железный прут надвое, его поперечное сечение, скажем, в один квадратный дюйм, может быть круглым, продолговатым

или иметь другой контур, в то время как усилие, необходимое для работы разделительными ножницами, в любом случае будет одинаковым. Но сдвигающие напряжения, подобные тем, что присутствуют здесь, не так распространены или важны, как напряжение, натягивающее тросы Бруклинского моста, или сжатие, возникающее при натяжении колонны под куполом национального капитолия. Когда мы устанавливаем перемычку над дверью или окном, мы заботимся о том, чтобы она не провисла и не разрушила стену над ней: мы обеспечиваем безопасность от несчастья, придавая перемычке подходящую форму. Когда мы строим мост, мы хотим, чтобы его проезжая часть оставалась как можно более ровной во время прохождения груза, чтобы холмы и выбоины не приводили к потере тягового усилия: ровность обеспечивается жесткой и прочной конструкцией. Если на железной дороге слабые, податливые рельсы, то на изгиб металла при проезде колес затрачивается много энергии. Жесткий рельс, который прогибается незначительно, позволяет избежать этих потерь. Соответственно, создание форм, которые при использовании будут прочно сохранять свою форму, является одной из главных задач инженера и архитектора.



Резиновая лента подвешена по всей длине досок и балок.

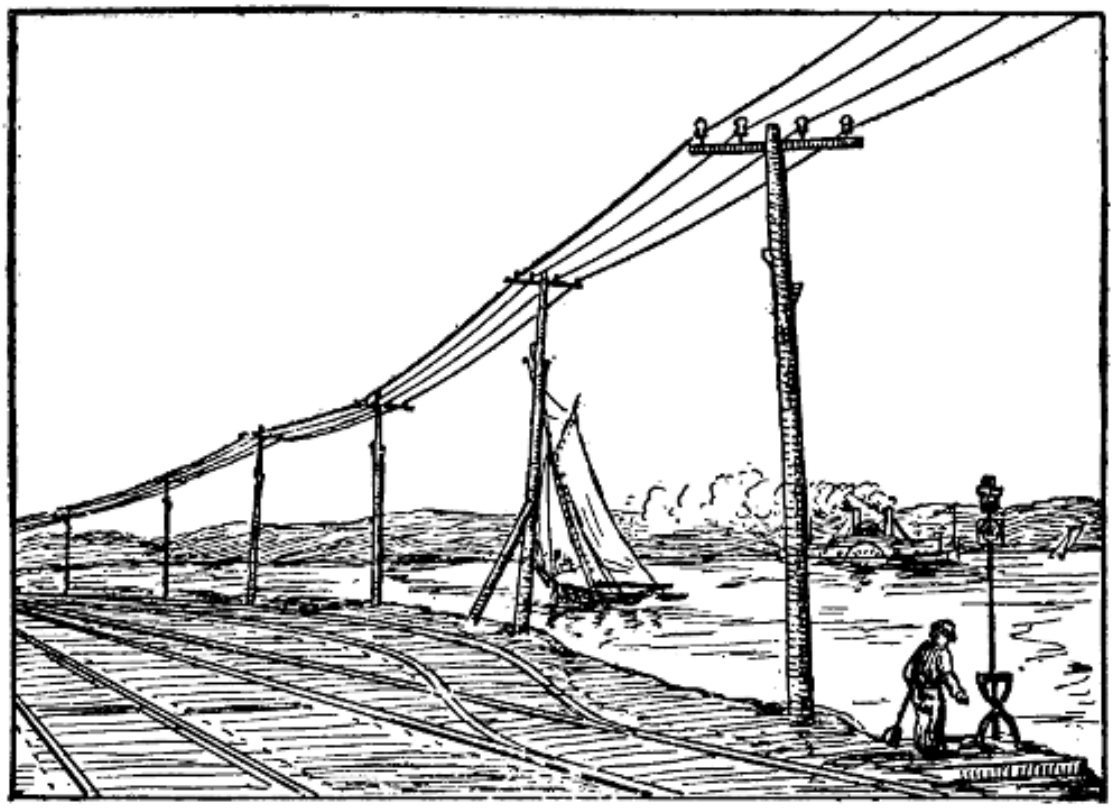


Разделите доску вдвое по ширине через маленький полукруг AB, затем по краям через большой полукруг CD.

Доски и балки.

Формы такого рода, хорошо иллюстрируемые сегодняшними стальными колоннами и балками, были получены путем, давно открытым каким-то проницательным наблюдателем. Этот человек заметил, что доска, уложенная плашмя, сильно прогибается под нагрузкой, но когда доска опирается на свой узкий край, как балка, она прогибается гораздо меньше или почти совсем не прогибается. Таким образом, просто изменив положение своей доски, он фактически изменил ее форму в зависимости от переносимого напряжения, добившись значительного увеличения жесткости. Давайте повторим его эксперимент, используя материал, гораздо более податливый, чем дерево. Мы берем кусок резины длиной восемь дюймов, шириной один дюйм и толщиной в четверть дюйма. Поместив его плашмя на опоры близко к его концам, мы обнаруживаем, что его собственный вес вызывает заметный прогиб. Затем мы укладываем его ребром, следя за тем, чтобы он оставался перпендикулярным по всей длине, когда он совсем немного провиснет. Почему? Потому что теперь резина должна изгибаться по дуге в четыре раза большего радиуса, чем в первом эксперименте. Предположим, у нас есть большая доска, достаточно податливая, чтобы ее можно было согнуть вдвое, мы видим, что удвоение ее по краям потребовало бы гораздо больше усилий, чем по плоскости. Правило для балок состоит в том, что от ширины к ширине их жесткость изменяется пропорционально квадрату их глубины, поскольку площадь окружности, по которой происходит изгиб, изменяется пропорционально квадрату ее радиуса. В нашем эксперименте с резиновой лентой, увеличив глубину в четыре раза, мы соответственно увеличили жесткость в шестнадцать раз; но ширина нашей резины, уложенной в виде балки, составляет всего четверть ее ширины, если брать плоско, поэтому мы должны разделить

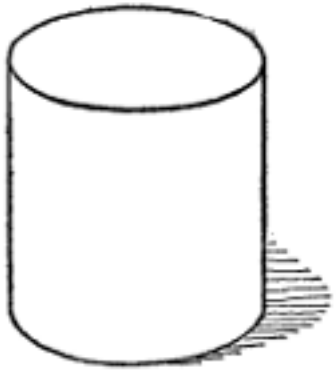
четыре на шестнадцать и найти, что наш чистый выигрыш в жесткости в этом случае в четыре раза больше.



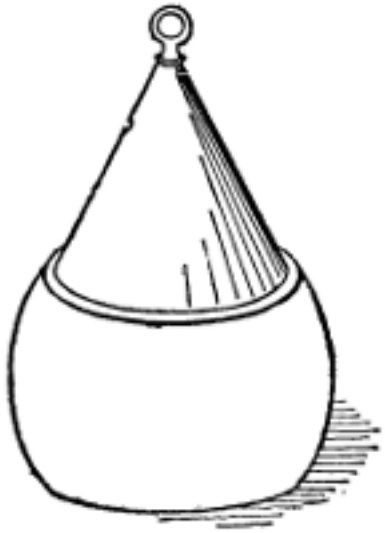
Телеграфные столбы сжимаются. Провода натягиваются.

Балки.

Здесь давайте на мгновение остановимся на двух противоположных способах применения силы, когда сопротивляются сжатию или растяжению. Примером, демонстрирующим и то, и другое, является телеграфный столб с хорошо сбалансированным грузом проводов. Собственный вес и груз проводов сжимают его, как мы можем доказать, измерив, что столб натянут на землю до установки на место, а затем после того, как он установлен и должным образом нагружен. Если бы этот толчок вниз был чрезмерным, шест был бы раздавлен и сломан. Натянутые провода находятся не в состоянии сжатия, а в противоположном случае растяжения и поэтому несколько удлиняются при переходе от одного полюса к другому. Теперь обратите внимание на массу, сначала подвергнутую сжатию, а затем растяжению. При переноске фунтового груза резиновый цилиндр сжимается и выступает; когда груз подвешен к этому цилиндру, резина удлиняется за счет натяжения. В каждом случае эффект значительно выше, чем при использовании дерева или стали, потому что резина обладает гораздо меньшей жесткостью, чем они сами.

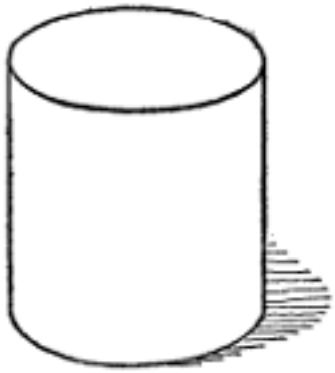


Резиновый
цилиндр.

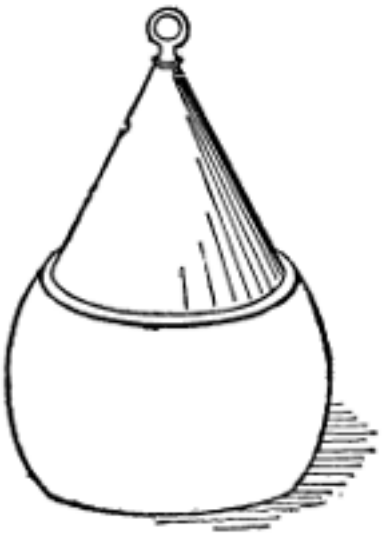


Сплющенный при сжатии.

Удлиняется
при растяжении.



Резиновый
цилиндр.

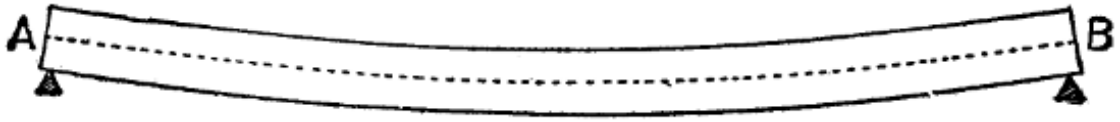


Сплющенный при
сжатии.

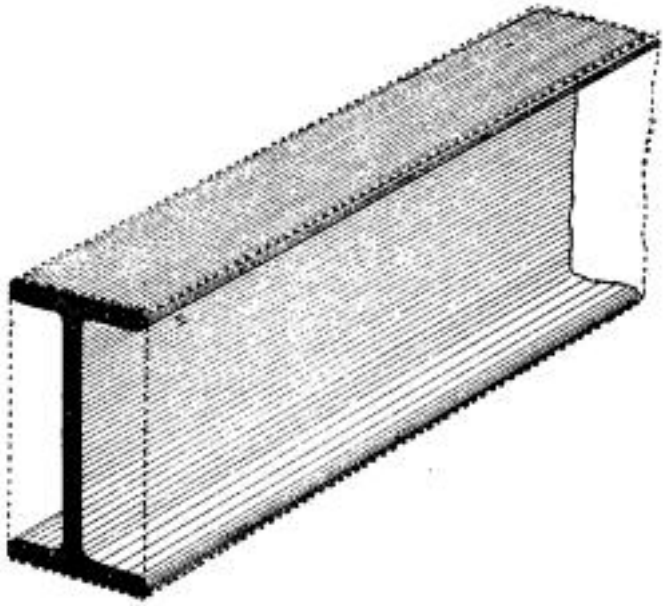
Удлиняется
при растяжении.

Как растяжение, так и сжатие проявляются в нашей маленькой резиновой балке, которая иллюстрирует знакомую деревянную опору под полами наших домов. Эта форма, при которой образуется балка, была изменена к лучшему. Давайте посмотрим, как это сделать.

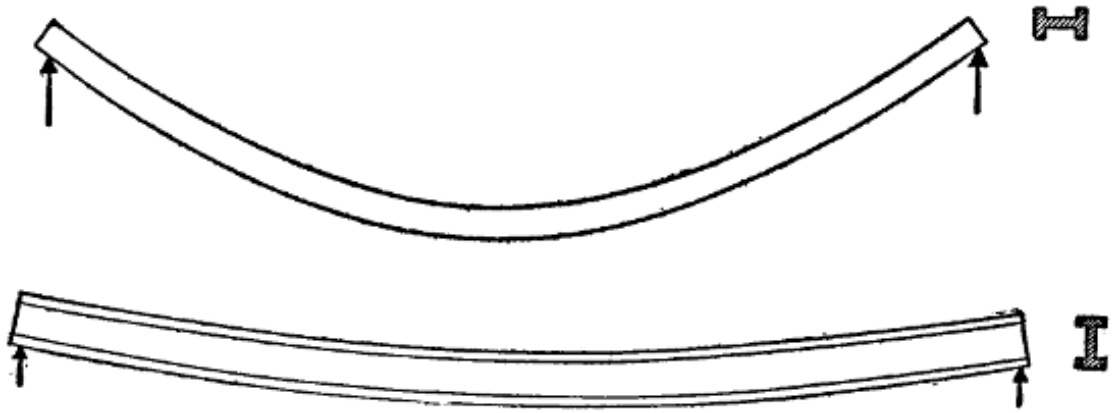
Когда резиновая балка провисает между ее концами, мы наблюдаем, что ее верхняя половина сжимается, а нижняя растягивается, причем оба эффекта, хотя и незначительные, вполне измеримы. По мере приближения к центральной линии, Ab, это сжатие и растяжение постепенно падают до нуля; ясно, что только самые верхние и нижние слои полностью проявляют прочность материала, внутренние слои делают это настолько мало, что их можно удалить практически без потерь. Следовательно, если мы возьмем обычную балку и срежем все, кроме верхнего и нижнего фланца, оставив между ними ровно столько перемычек, чтобы они прочно держались вместе, у нас получится двутавровая балка, которая среди прямоугольных опор является самой прочной и жесткой по весу. Создавая его, инженер обнажил внутри балки каркас, придающий жесткость, сняв всю бесполезную и обременительную одежду. Двутавровая балка из резины, уложенная плашмя на опоры на ее концах, сильно прогибается; при укладке по краям она прогибается незначительно, что ясно показывает, как надлежащая форма и расположение придают конструкции жесткость.



Резиновая балка в сечении, сжатая сверху, расширенная снизу.

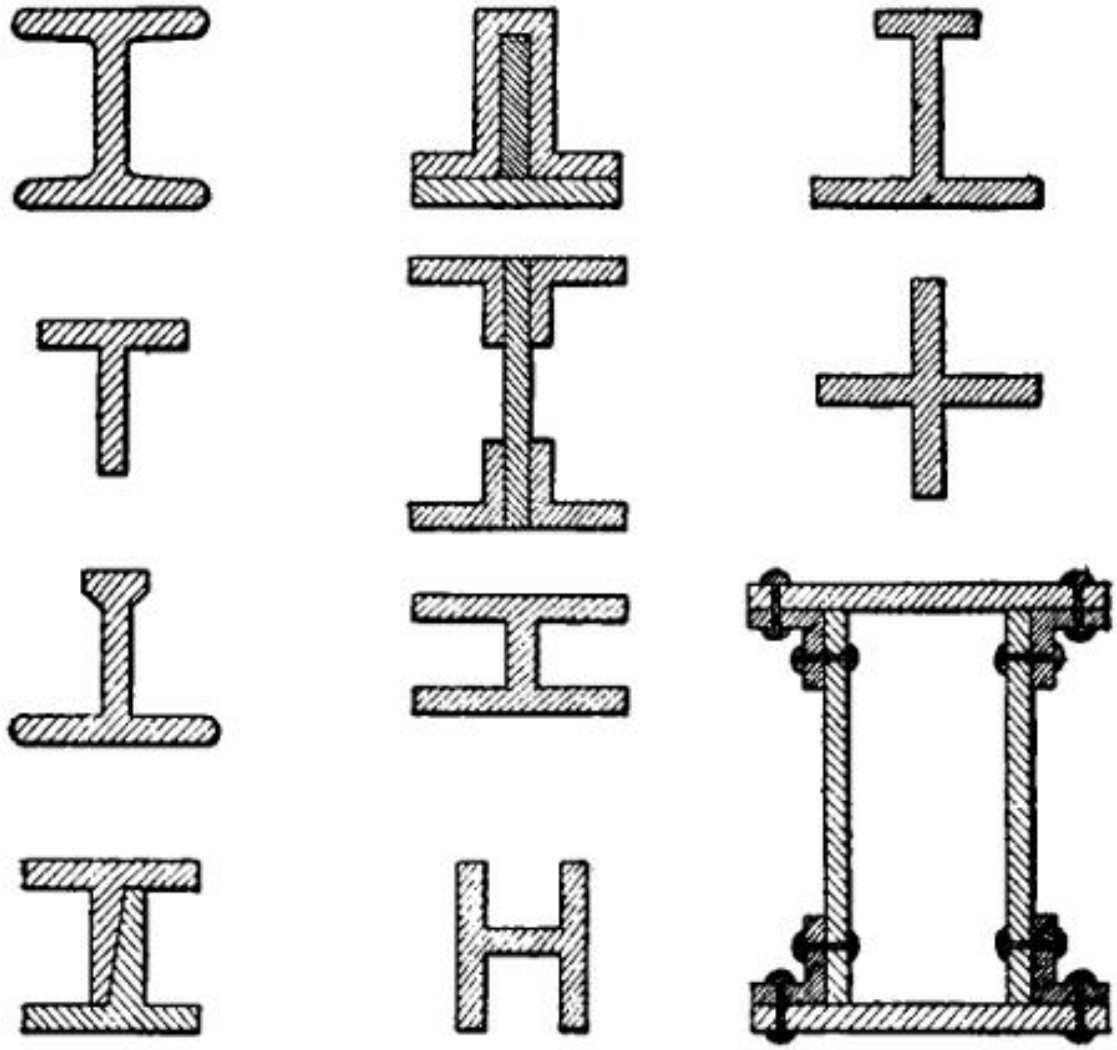


Балка, вырезанная из балки.

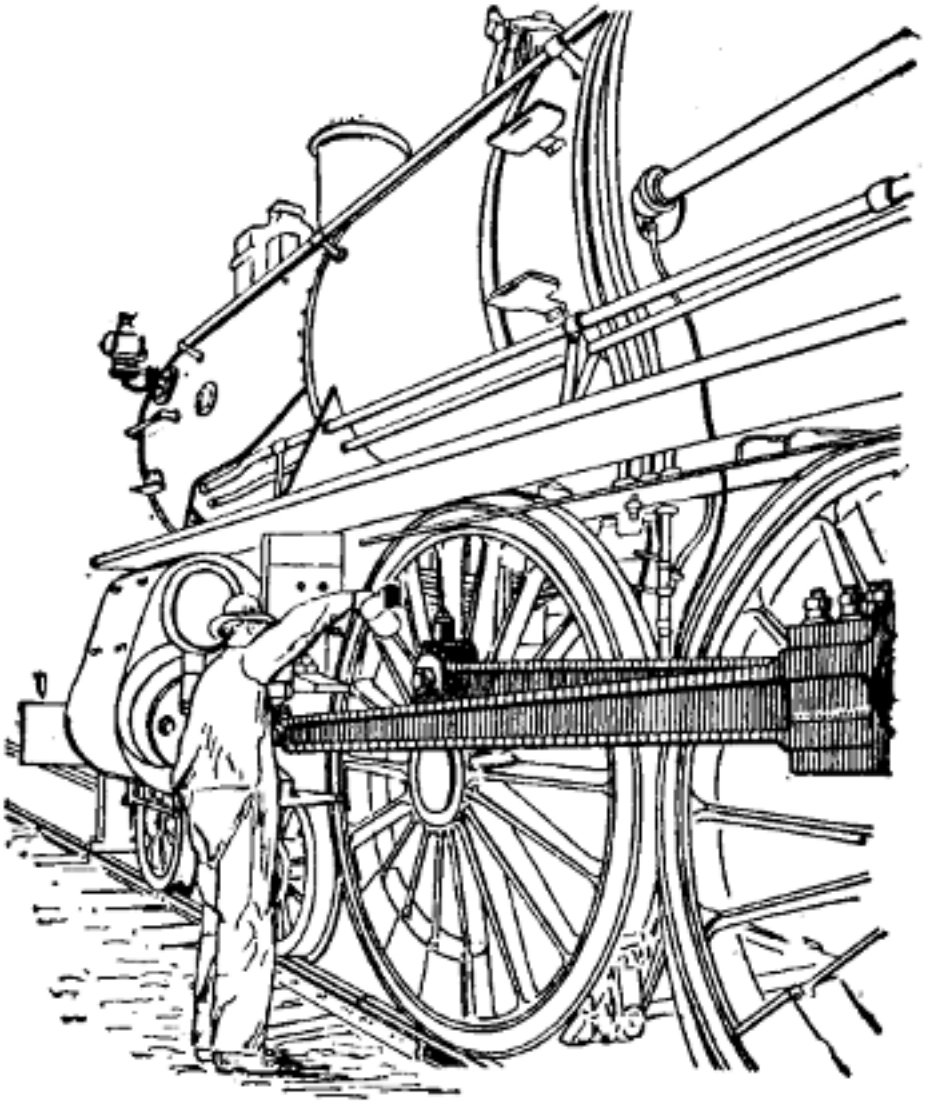


Резиновая двутавровая балка, подвешенная плашмя и по краям.

Простые контуры балок.

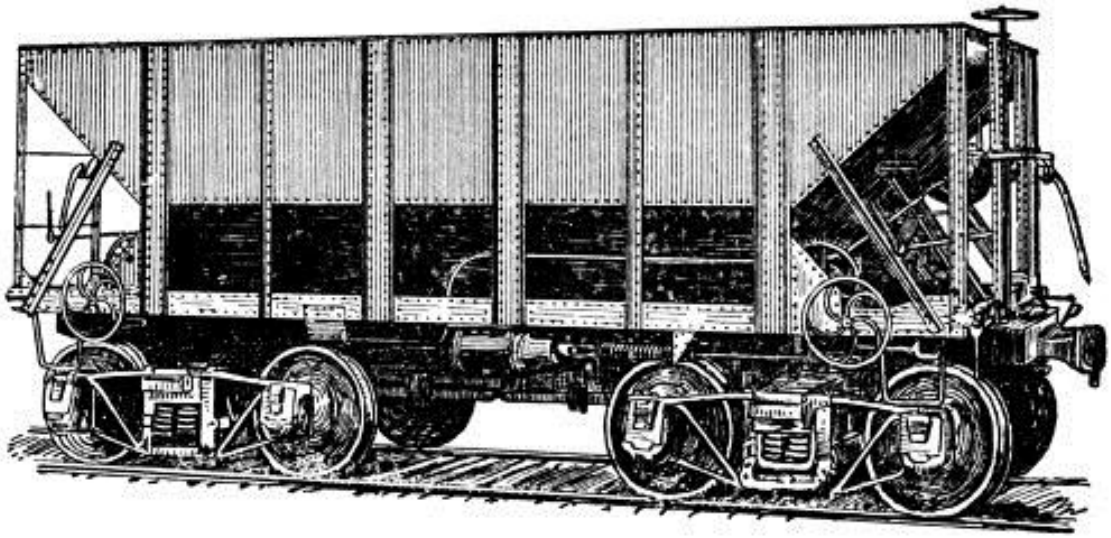


Контуры балок простые и продуманные.

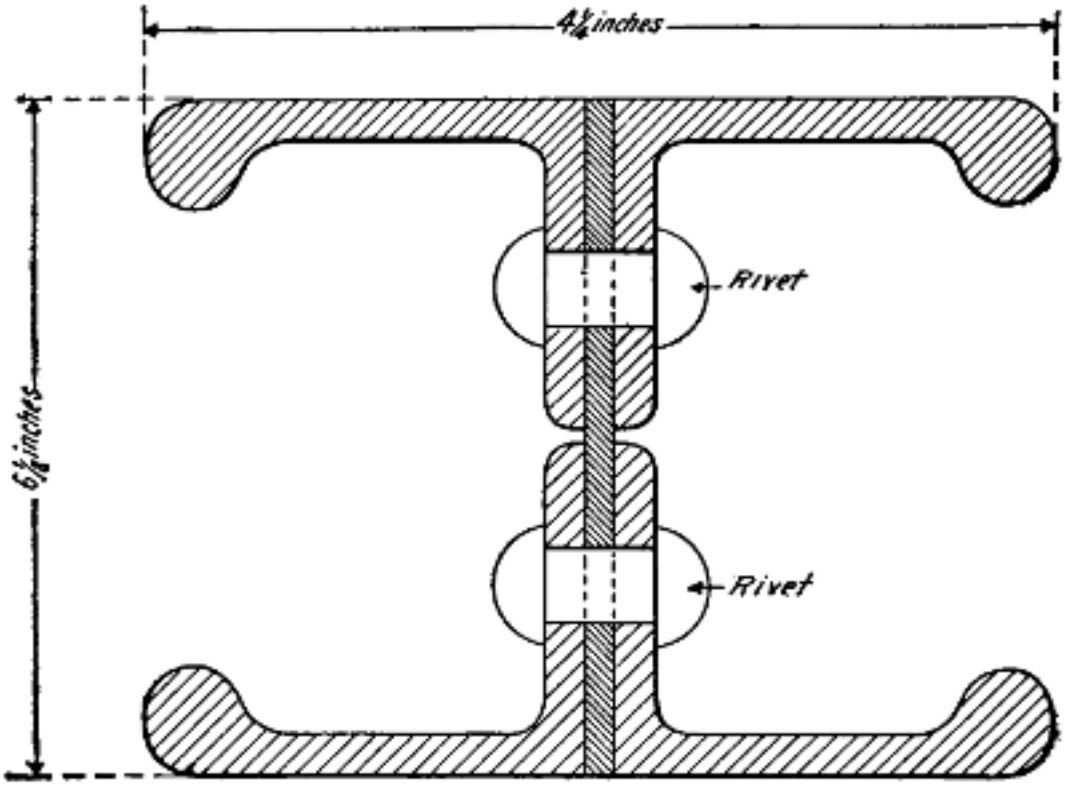


Формы балок в тягово-сцепных устройствах локомотивов.

Стальные балки прокатываются и склепываются вместе на заводах различных контуров, каждый из которых наилучшим образом подходит для конкретной задачи, например, в качестве каркаса перекрытия, колонны или части моста. Их длина, при желании, может намного превышать возможную для дерева. Их основными простыми формами являются двутавровая балка; T - тройник; L - угол; C - швеллер; и Z-образный стержень. Из них чаще всего используется двутавровая балка; ее два параллельных фланца находятся на расстоянии друг от друга, которое допускает практика, они соединены полотном, достаточно прочным, чтобы его не перекручивало и не сгибало при выдерживании его нагрузки. Кривошипно-шатунные валы двигателей, выдерживающие серьезные нагрузки, изготавливаются по балочному принципу; то же самое касается боковых балок локомотивов и раскосов стальных вагонов. Склепанные вместе пластины могут служить составными балками или колоннами большой прочности и жесткости. В нью-йоркском метро клепаные стальные колонны, поддерживающие крышу, имеют контур, который расширяется на концах.



Вагон для перевозки стальной руды весом 100 000 фунтов, построенный компанией Standard Steel Car Co., Питсбург, для производства конструкционной стали в Дулуте, Миссабе и Северной Ирландии. Вес без груза - 32 200 фунтов.

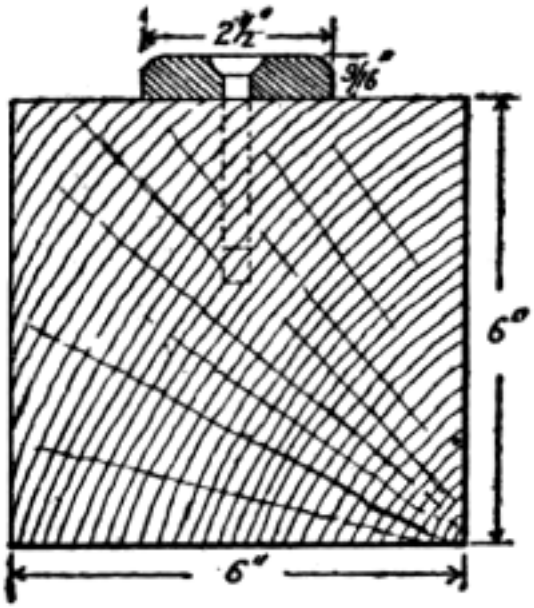


Секция колонны со стандартным углом наклона лампы накаливания в Нью-Йоркском метро.

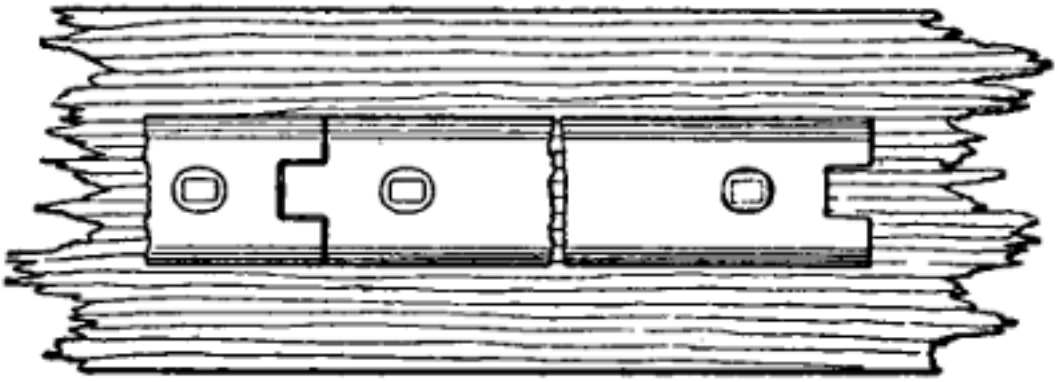
Перила.

Как бы то ни было, самой важной балкой на железных дорогах является рельс. Давайте взглянем на этапы ее развития в Америке, чтобы проиллюстрировать важность правильной формы для эффективного обслуживания. В начале своей деятельности, в 1830 году, железная дорога Мохок-энд-Гудзон, ныне входящая в состав Нью-Йоркской центральной железной дороги и железной дороги реки Гудзон, использовала рельс, который представлял собой

простую железную полосу шириной в два с половиной дюйма, толщиной в девять шестнадцатых дюйма, с верхними углами, закругленными до ширины в один и семь восьмых дюйма; он был уложен на сосновую перекладину, или легкую балку, площадью шесть квадратных дюймов и весом около 14 фунтов на ярд. Какой бы тонкой ни была эта рейка, ее пропорции были достаточны для того, чтобы выдержать фланец колеса, который выступал всего на полдюйма или даже меньше. Строители того времени стремились к жесткости и постоянству в фундаментах, заложенных под их стрингерами. За исключением насыпей, для каждой колеи были предусмотрены две ямы площадью два квадратных фута каждая, три фута от центра до центра, заполненные битым камнем, на который были уложены каменные блоки размером в два кубических фута каждый. На тяжелых насыпях были уложены шпалы; было обнаружено, что они сочетают гибкость пролетного строения с эластичностью дорожного полотна, так что они использовались на протяжении всего оставшегося периода строительства пути и по сей день остаются стандартной особенностью железнодорожного строительства.



Поперечное сечение



Вид сверху

Планка и стрингер, Mohawk & Hudson R. R., 1830.

Вскоре было замечено, что поверхность рельса, когда он выходил из рук путейца, подвергалась более или менее заметному углублению, когда по нему проезжал поезд. С рельсом из ленточного железа это углубление было настолько велико, что вес двигателей

был ограничен от трех до шести тонн. Вскоре на смену рельсовой форме пришла рейка, отчасти напоминающая в сечении современные рельсы. Год от года детали прокатки рельсов совершенствовались, так что в эксплуатацию поступили секции весом от тридцати пяти до сорока фунтов на ярд. В конце концов, они объединили твердую опорную поверхность для протекторов колес, направляющую для гребней колес и балку для передачи нагрузки на колеса и распределения ее по поперечным связям. Вслед за этим был увеличен вес локомотивов и вагонов, что, в свою очередь, привело к постоянному спросу на более тяжелые рельсы. В 1865 году была достигнута опорная поверхность, достаточная для нагрузки на колеса от 10 000 до 12 000 фунтов, при этом рельс весил от пятидесяти шести до шестидесяти фунтов на ярд. Но металл по-прежнему оставался всего лишь железом и быстро изнашивался под увеличившейся нагрузкой. Затем был внедрен эпохальный бессемеровский процесс, и сталь была раскатана в рельсы высотой четыре с половиной дюйма, весом от пятидесяти шести до шестидесяти пяти фунтов на ярд, что в десять-пятнадцать раз превышало прочность железа. По конструкции первые стальные рельсы были гибкими, так что они быстро перерезали шпалы под своими сиденьями, выталкивая находящийся под ними балласт. Из-за недостатка высоты им не хватало жесткости, и одним из результатов было то, что шипы под рельсами постоянно ослаблялись, увеличивая прогиб из-за проходящих поездов. На всех линиях все стыки стали низкими, и рельсы приобрели постоянные неровности под воздействием интенсивного движения, нанося вредные удары подвижному составу.

Указатель пути Дадли.

Таково было положение дел в 1880 году, когда мистер Плиммон Х. Дадли изобрел свой трековый индикатор. Этот прибор, установленный в движущемся автомобиле, постоянно перемещающимися ручками фиксирует на бумаге каждую, даже самую незначительную, неровность на трассе, по которой он проезжает. Когда инженеры-железнодорожники впервые увидели его записи, они поверили, что все, что нужно сделать, - это восстановить ровность своих дорог трудом путейцев. Было убедительно доказано, что реальное средство заключается в использовании рейки повышенной жесткости, то есть рейки более высокой и тяжелой. Мистер Дадли, в свете записей, охватывающих тысячи миль пробега, добавил пятнадцать фунтов к рейке, которая весила шестьдесят пять фунтов, и придал ей высоту в пять дюймов вместо четырех с половиной, одновременно расширив ее верхнюю поверхность. В какой-то момент эти изменения увеличили жесткость секции на шестьдесят процентов, причем выигрыш был достигнут главным образом за счет увеличения высоты. Доказательством этого стало то, что его усовершенствованные перила оказались намного жестче, чем у лондонской Метрополитен-рейл, которая весила восемьдесят четыре фунта на ярд и имела основание шесть и три восьмых дюйма, но высоту всего четыре с половиной дюйма. В июле 1884 года на виадуке Четвертой авеню в Нью-Йорке была проложена железная дорога Дадли; результаты оказались настолько удовлетворительными, что менее чем за два года пятидюймовые рельсы были введены в эксплуатацию на трех магистральных линиях. Затем последовало их представление по всей Америке, их плавность и стабильность как трека обеспечили им признание повсюду.

Фотография Ф. М. Сомерса, Цинциннати, О.

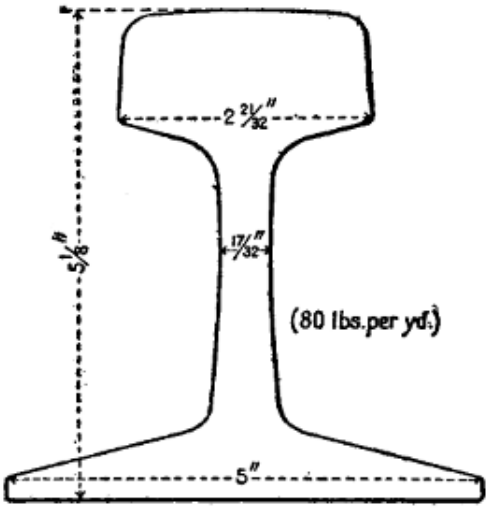
ПЛИММОН Х. ДАДЛИ

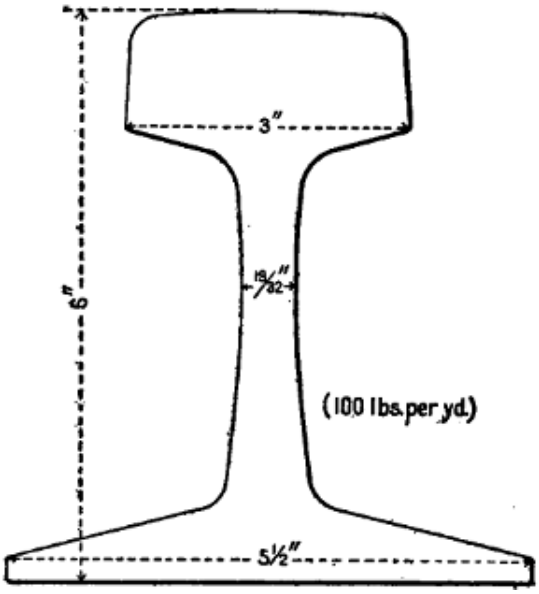
из Нью-Йорка.

Производительность железной дороги Дадли настолько впечатлила мистера Уильяма Бьюкенена, начальника отдела движущей силы Центральной железной дороги Нью-Йорка, что в 1889 году он спроектировал свой знаменитый пассажирский паровоз № 870, который

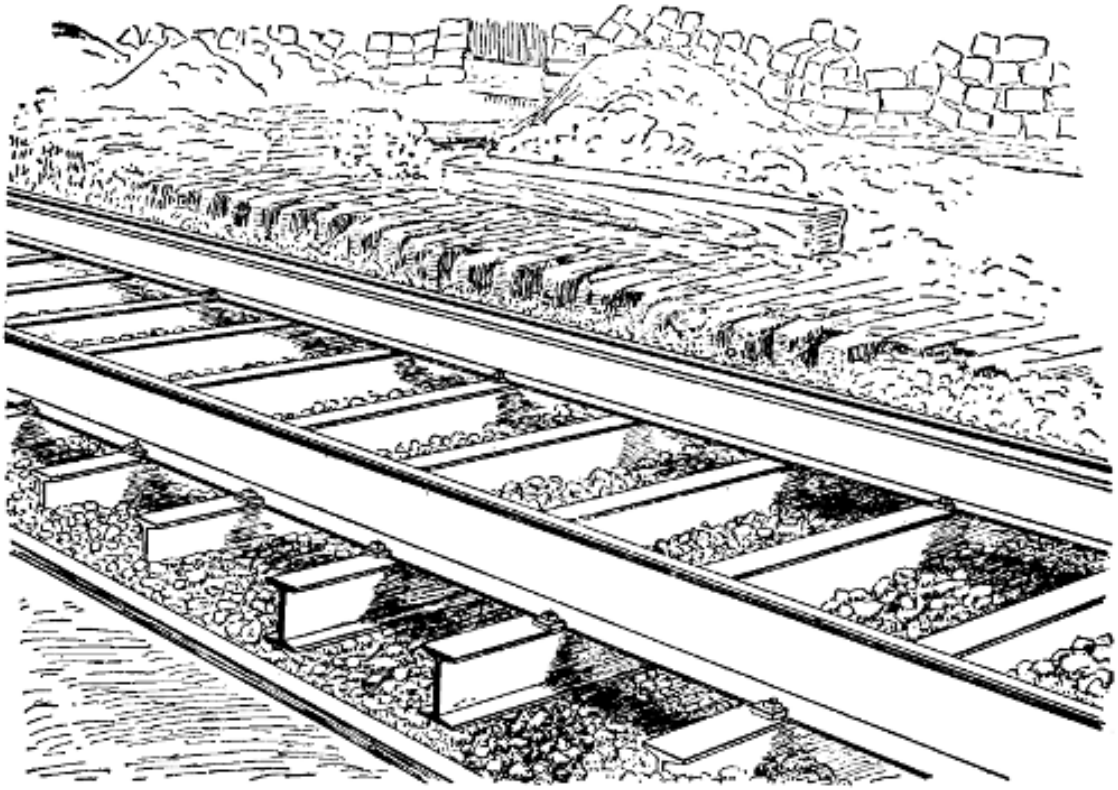
вступил в строй в апреле 1890 года. Он нес 40 000 фунтов на каждой из двух пар ведущих колес вместо 31 250, как у его самого тяжелого предшественника; его грузовик нес нагрузку на 40 000 фунтов больше; его загруженный тендер весил 80 000 фунтов, что составляло в общей сложности 100 тонн, что на сорок процентов больше. превосходящий вес самого тяжелого предшествующего двигателя и тендера. Поступательный шаг мистера Бьюкенена был достойно продолжен. С 1890 года вес пассажирских локомотивов, приходящийся на их оси, почти удвоился, в то время как тяговая мощность возросла в той же степени. Вес экспресс-поездов и почтовых отправлений увеличился более чем вдвое, а их скорость возросла на тридцать-сорок процентов. Вместимость среднего грузового поезда была увеличена в четыре-шесть раз за счет сокращения экипажей, необходимых для поддержания заданного объема груза в движении. Эта экономика отражается в снижении ставок, которые сейчас в Америке являются самыми низкими в мире и которые неуклонно падают. По производительности в сочетании со стабильностью дорожного полотна, главным образом за счет более прочных и жестких рельсов и адаптированного усовершенствования подвижного состава, прогресс железных дорог за последние пятнадцать лет равен прогрессу за шестьдесят лет до этого. Когда рельсы увеличены до веса в 100 фунтов на ярд, даже при прохождении через стыки видна поразительная плавность хода, контрастирующая с тряской рельсов, которые сравнительно низкие и легкие. Жесткость рельса снижает разрушительное воздействие обслуживания, изначально огромное, как на оборудование, так и на путь, значительно снижая стоимость обслуживания. Размер рельса, а также форма играют важную роль в этой экономии. Пассажирскому поезду весом 378 тонн потребовалось 820 лошадиных сил на 65-фунтовых рельсах и всего 720 лошадиных сил на 80-фунтовых рельсах, при этом скорость в обоих случаях составляла 55 миль в час; подсчитано, что на 105-фунтовых рельсах хватило бы 620 лошадиных сил. В сфере грузовых перевозок компания Dudley rails снизила сопротивление на тонну с 7-8 фунтов до половины; в перспективе ожидается дальнейшее снижение до 3 фунтов. В пассажирских перевозках с рельсами неуловимого типа сопротивление при скорости 52 мили в час составляет 12 фунтов на тонну; с рельсами Дадли это сопротивление для тяжелых поездов не увеличивается, когда скорость повышается до 65 или 70 миль в час. Рельсы Дадли и рельсы, производные от их конструкции, в настоящее время используются на трех четвертях всех путей американских железных дорог, что обеспечивает огромную экономию. Семьдесят пять лет назад локомотив и тендер DeWitt Clinton весили всего на пять шестых больше, чем основная пара ведущих колес, коробки передач, ось и шатуны нынешнего двигателя Atlantic. То, что такой паровоз может тащить тяжелый поезд со скоростью семьдесят миль в час, во многом зависит от производства этого простого и важного элемента железнодорожного транспорта - рельсов.[1]

[1] Рельсы мистера Дадли и других конструкторов полностью проиллюстрированы и обсуждены в книге Э. Э. Рассела Тратмана “Железнодорожный путь и путевые работы”. Второе издание. Нью-Йорк, Engineering News Publishing Co.





Дадли ругается.

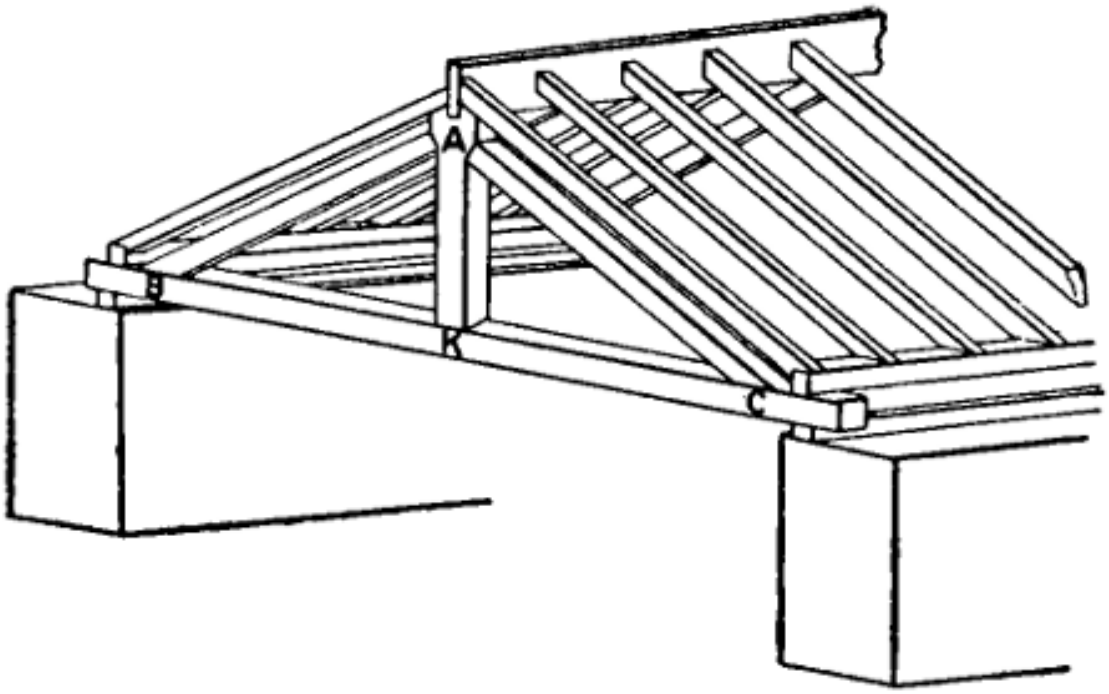


Стальные шпалы и рельсы.—Carnegie Steel Co., Питсбург.

На Девятой улице Питтсбурга рельсы тяговой линии на некоторое расстояние протянуты на стальных шпалах, похожих по форме, как показано здесь.

ГЛАВА III
ФОРМА—*Продолжение*. МОСТЫ

Крыши и небольшие мосты могут строиться во многом одинаково . . Ферменной конструкцией с маятниковой опорой, приспособленной для строительства мостов в шестнадцатом веке, пренебрегали двести и более лет . . . Ферменный мост заменяет трубчатый мост Виктория . . . Консольные пролеты на Ниагаре и в Квебеке . . . Подвесные мосты в Нью-Йорке . . . Конструкция тетивы лука представляет собой замаскированную арку . . . Почему мосты строятся с небольшим изгибом вверх . . . Как мосты крепятся друг к другу в Америке и Англии.

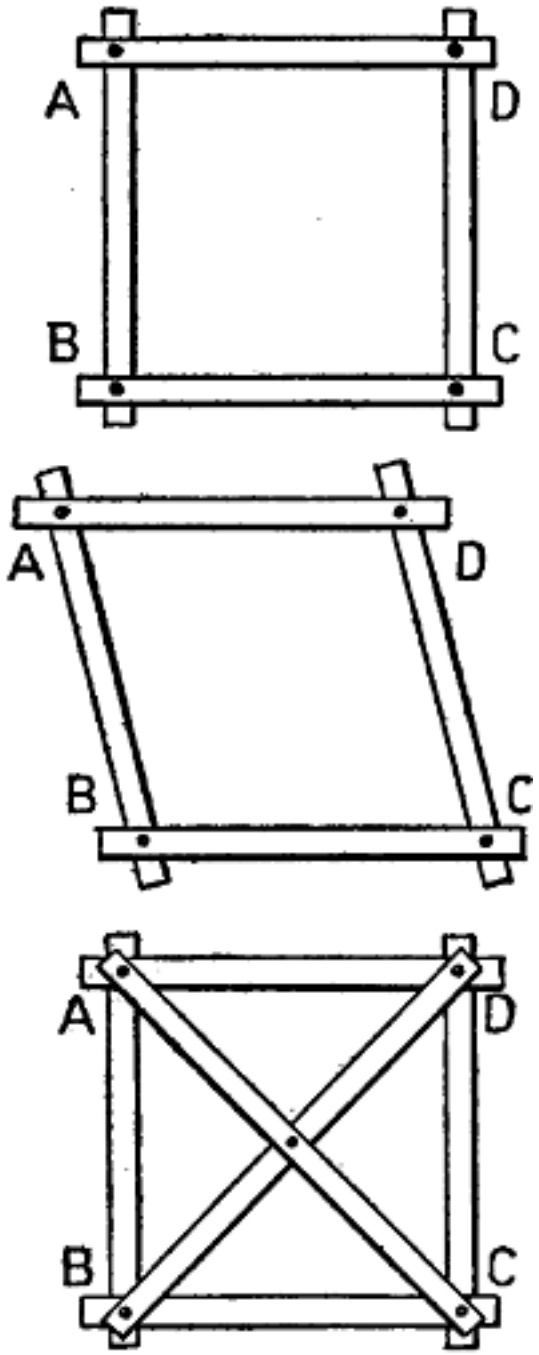


Ферменная конструкция королевской стойки. AK, королевская стойка.

Крыши и мосты очень похожи.

Рельсы - это балки, используемые сами по себе: балки часто объединяются в фермы; из них самые большие и важные используются для мостов. Недалеко от Квебека в настоящее время строится консольный мост, пролет которого в 1800 футов станет самым длинным в мире. См. стр. 29. Нам потребуется некоторое время, чтобы понять, как вообще можно было отважиться на такой смелый полет, как этот. Мы начнем с рассмотрения самой простой фермы, какую мы можем найти под крышей старомодного сарая. Пара стропил, AB и AC, наклонены друг к другу под тупым углом и прикреплены к горизонтальной балке BC в точках B и C. Их вершина, A, соединена с BC перекладиной AK, которая прочно связывает все три балки. Вся эта конструкция образует треугольник, как и каждая из ее половинок, ABK и AKC. Никакая другая фигура, построенная из прямых частей, не сохранит свою форму под давлением. Возьмите в качестве доказательства, скажем, четыре куска рейки и соедините их свободно поворачивающимся штифтом в каждом углу, чтобы получилась рама ABCD; она легко деформируется при легком натяжении или толчке; но вставьте поперечины AC и BD так, чтобы разделить квадрат на треугольники, и рама сразу выдержит любое напряжение, недостаточно сильное, чтобы сломать дерево или сломать его крепления. Когда крыша давит на раму ABC, ее стороны AB и AC имеют тенденцию соскальзывать на своих нижних концах, B и C, но этому препятствует горизонтальная балка BC, которая, удерживая их на месте, сама

натянута настолько, что удерживается ровно и прямо. Это задействование силы натяжения составляет главное достоинство фермы и позволяет ей в крышах и мостах преодолевать ширину, невозможную для простых балок, изгибающихся вниз под действием сжимающих напряжений. Ферменная конструкция имеет большое значение не только в домах, но и на кораблях; она была введена в этой области Робертом Сеппингсом из Чатема, Англия, около 1810 года. Чтобы противостоять давлению измельчающегося льда, “Рузвельт” построен из очень прочных ферм. Она отправилась в 1905 году под командованием коммандера Пири в путешествие по открытию Арктики.

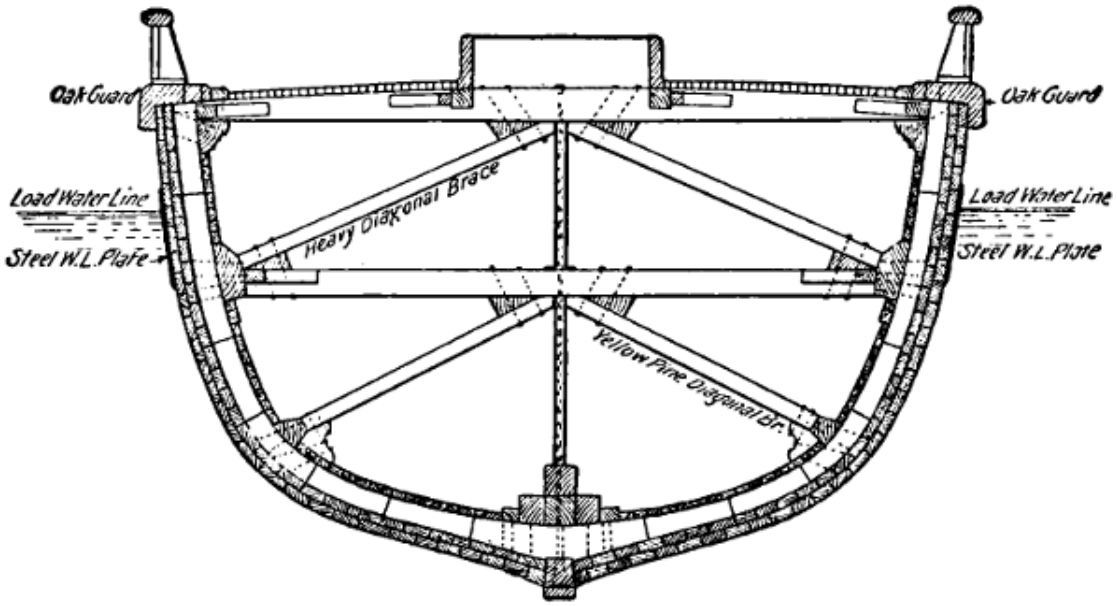


Рамы с четырех сторон. Для жесткости нужны диагонали AC, BD.

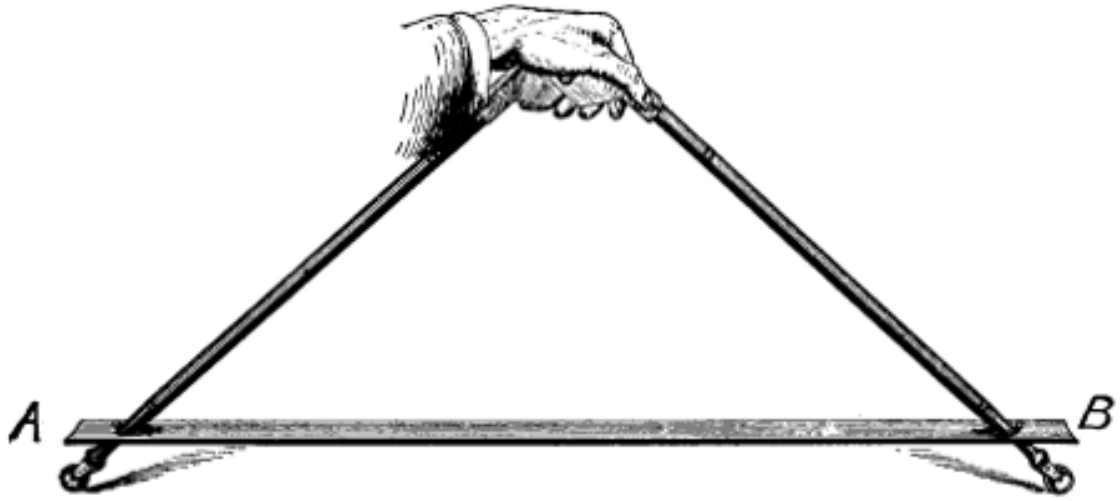
Если бы крыша нашего сарая была плоской, а не наклонной, образуя ферму, ее несущие балки при сжатии имели бы определенный прогиб, от которого BC свободен. Когда мы изготавливаем небольшую модель фермы с поворотной стойкой, ее стороны, AB и AC,

должны быть металлическими или деревянными, потому что они будут подвергаться сжатию; поворотная стойка, AK, и основание, BC, которые будут находиться под напряжением, могут быть из резины или шнура. Всегда, как и в данном случае, части фермы, подверженные сжатию, должны быть изготовлены из жесткого материала. Когда деталь может быть сделана из шнура, веревки или проволоки, мы знаем, что она сопротивляется натяжению.[2]

[2] Модель, которую легко собрать, иллюстрирует ферму в ее простейшей форме. Возьмите пару деревянных циркулей, каждая половинка которых имеет длину 15 дюймов, таких, какие продаются компанией Milton Bradley Co., Спрингфилд, Массачусетс, по цене 50 центов. К каждому наконечнику прикрепите с помощью кольца, прилагаемого к циркулю, колесико для стула, которое можно приобрести в любом хозяйственном магазине. Соедините кончики колесиков резиновой лентой. Держа циркуль вертикально и надавливая рукой, они будут растягиваться до тех пор, пока резина не растянется настолько, что станет почти идеально горизонтальной. К шарниру компаса могут последовательно подвешиваться различные грузы, заменяющие ручное давление и служащие для измерения приложенных натяжений.

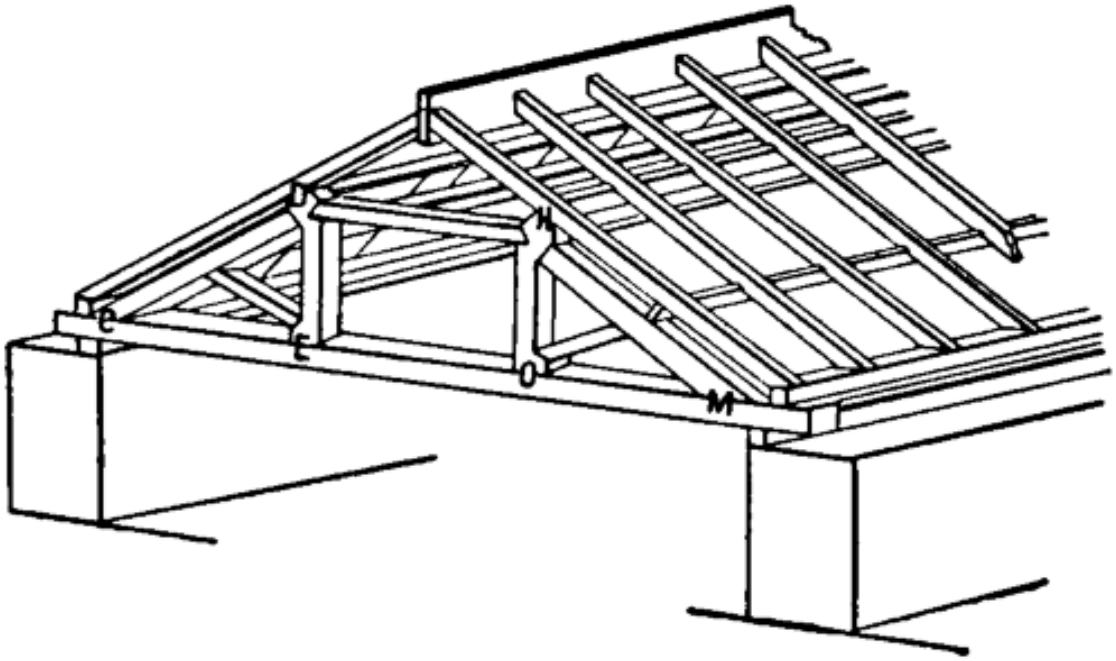


Поперечный разрез "Рузвельта", нового арктического корабля коммодора Пири. Воспроизведено с разрешения Scientific American, Нью-Йорк.

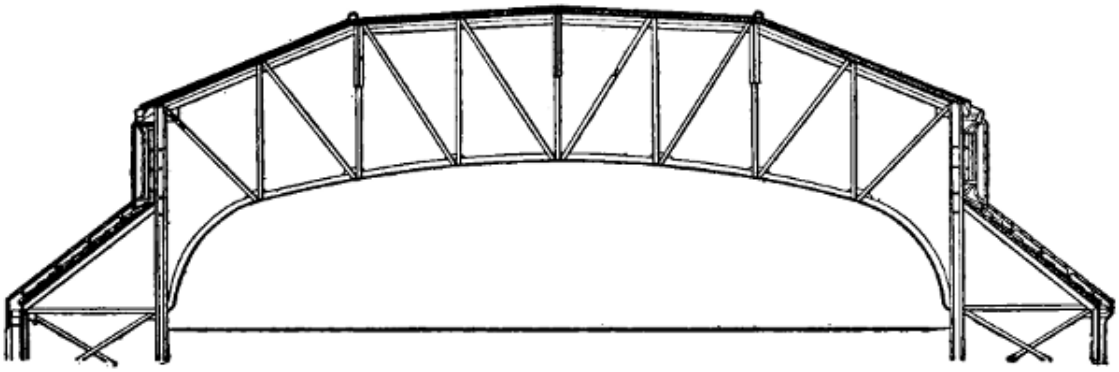


Парой циркулей растяните резиновую полоску.

Кованое железо оказывает примерно такое же сопротивление сжатию, как и растяжению; то же самое относится и к стали. По этой причине, а также из-за их огромной прочности, они имеют огромное значение в строительстве. Литое железо выдерживает лишь примерно на одну шестую больше растяжения, чем сжатие, так что оно полезно в качестве фундамента, для станин двигателей, механизмов и тому подобного, но непригодно для балок. Древесина намного прочнее при растяжении, чем при сжатии; в белой сосне это соотношение составляет восемь к одному. Следовательно, при проектировании деревянных мостов деформации, насколько это возможно, распределяются на растяжение.



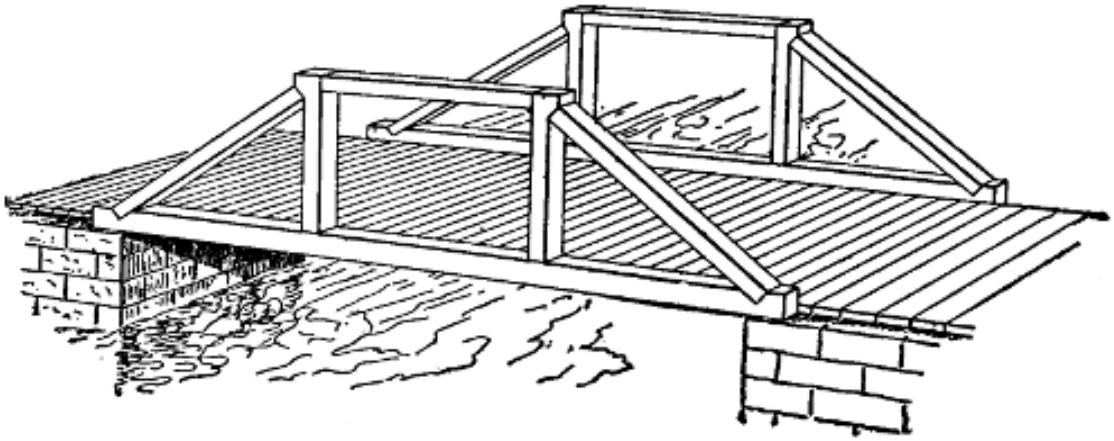
Ферменная конструкция с маятниковыми стойками.
ДЕ, ХО, маятниковые стойки.



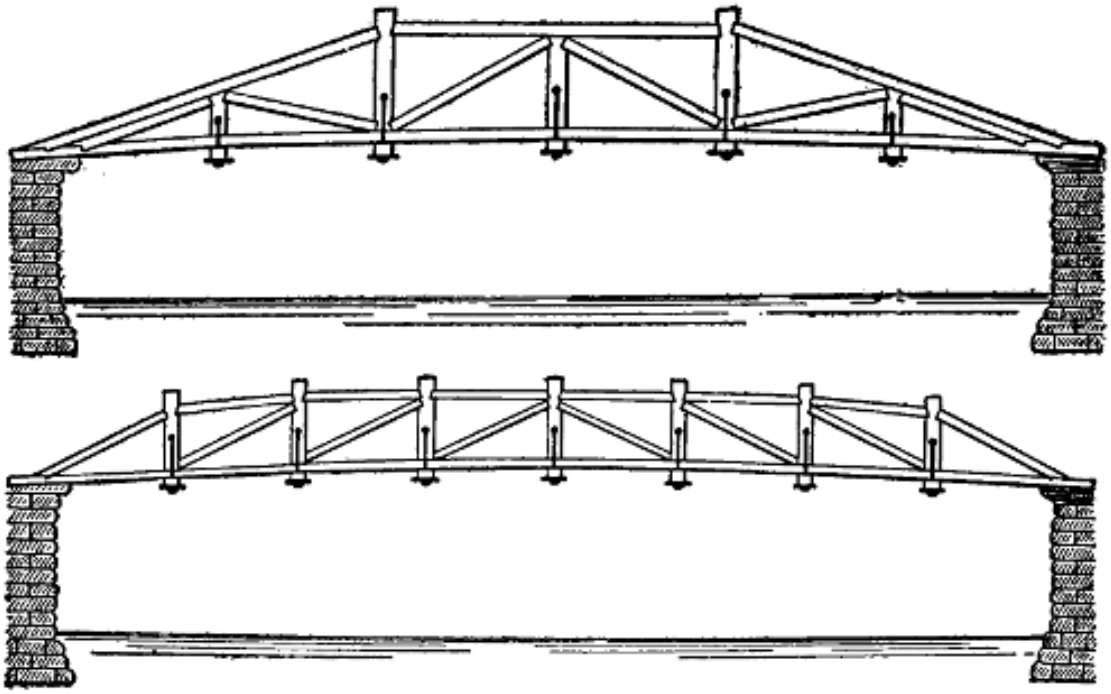
Верхняя часть фермы крыши.
Электростанция Интерборо, Нью-Йорк.

Давайте теперь войдем в другой сарай, примерно наполовину шире первого, и посмотрим вверх на его стропила. Мы видим, что его крыша поддерживается балками, расположенными как DCMH, чтобы избежать чрезмерного веса, необходимого для конструкции, напоминающей нашу первую крышу ABC. Вместо одной вертикальной стойки, AK, как в том случае, у нас теперь есть две, DE и HO, называемые маточными стойками, поддерживающими горизонтальную балку, см. На больших современных крышах простая

маятниковая стойка видоизменяется и множится, как, например, в главном здании компании Interborough Rapid Transit Company по адресу West 59th St., Нью-Йорк. Возвращаясь к нашей простой конструкции мачты, давайте представим ручей, протекающий между стенами, перекрытыми DCMH; эта ферма и примыкающая к ней, параллельные на расстоянии, скажем, десяти футов, легко перенесли бы проезжую часть и дали бы нам мост. Ферма для моста должна быть намного прочнее, чем для крыши равного пролета, потому что мост должен выдерживать движущиеся нагрузки, которые могут внезапно обрушиться на него, вызывая не только серьезные деформации, но и сильные вибрации, меняющиеся от момента к моменту.



Две фермы с маятниковыми стойками образуют мост.

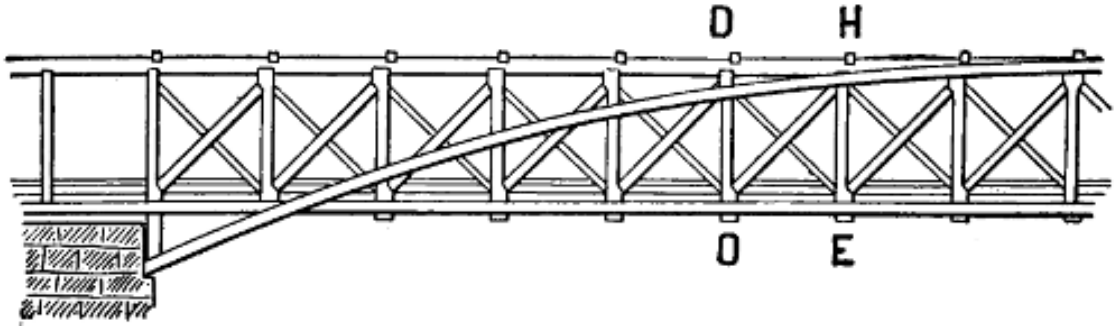


Фермы Палладио.

Давно заброшенная ферма Палладио.

Ферменная конструкция queen-post была замечательно разработана Палладио, известным итальянским архитектором шестнадцатого века. Два его проекта, приведенные здесь в общих чертах, взяты из его работы по архитектуре, опубликованной в 1570 году; их контуры, практически не измененные, сегодня в моде. Как ни странно, фермы Палладио, несмотря на

все их достоинства, оставались незамеченными до тех пор, пока их принципы не были возрождены и усовершенствованы Теодором Берром в 1804 году при строительстве деревянного моста через Гудзон в Уотерфорде, штат Нью-Йорк. Этот мост имел пролеты соответственно 154, 160 и 180 футов, которые невозможно было растянуть по отдельным деревянным балкам. Профессор Дж. Б. Джонсон, выдающийся инженер, говорит, что это самая научная конструкция, когда-либо изобретенная для цельнодеревянного моста; в течение пятидесяти лет он оставался непревзойденным образцом для использования на автомагистралях в этой стране. Перемычки из заусенцев обычно были покрыты так, чтобы они напоминали крыши, которые мы начали осматривать. В стропильном мосту каждая деталь, ограниченная двумя соседними стойками, как DOEH на рисунке мачты на странице 21, представляет собой *панель*; каждая деталь, находящаяся под давлением, как DOE, HE, является *распоркой*, *стойкой* или *колонной*; каждая деталь, подверженная растяжению, как DE, HO, является *стяжкой*.



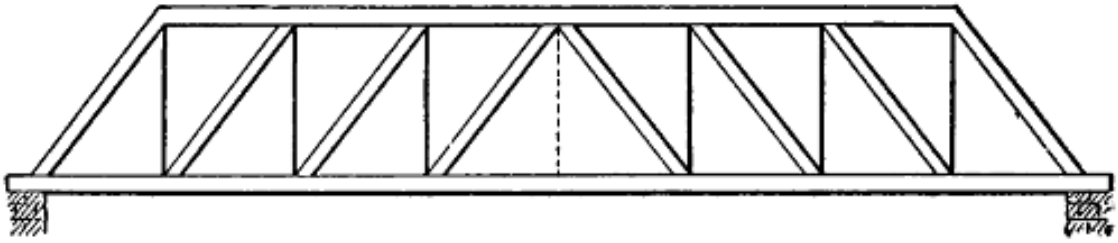
Берр Бридж, Уотерфорд, Нью-Йорк
ДО, ОН, стойки. ДЕ, ХО, галстуки. ДЭО, панель.

В 1830 году, когда первый поезд американской железной дороги тронулся в путь, для строителя моста, а также для его соседей наступила новая эра. Сразу же возник спрос на мосты более длинные и прочные, чем те, которые в прошлом служили достаточно хорошо. Десяток вагонов, груженных пшеницей или картофелем, были намного легче локомотива, за которым следовала вереница груженых товарных вагонов. Рыночный фургон тоже можно было легко перевезти на борт парома, но для паровоза и его вагонов мост был необходим, если только река не была настолько широка, чтобы лишить строителя моста всякой возможности. Его реакция на требования железной дороги была двоякой. Во-первых, в использовании металла вместо дерева, начиная с железных прутьев для соединения деревянных рам. По мере того как железо дешевело, а его ценность становилась все более очевидной, он использовал его для дополнительных частей своей конструкции, пока, наконец, не построил весь железный мост.

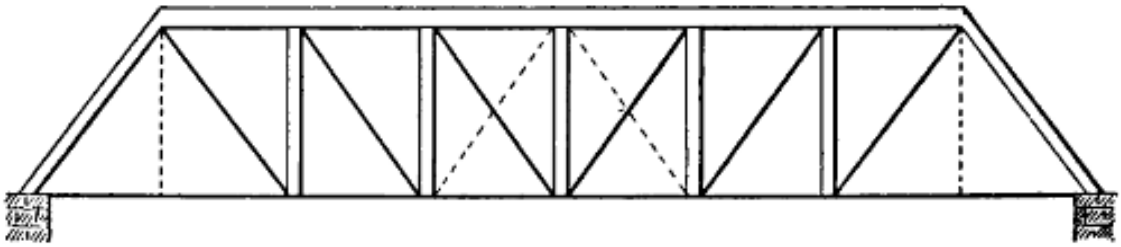
Сегодня хорошая сталь настолько дешева, что железнодорожные мосты редко возводятся из чего-либо другого. Помимо использования более прочных материалов, проектировщик постепенно улучшал форму своей конструкции не только по частям, но и в целом, так что сегодня мост может быть всего на одну десятую тяжелее моста пятидесятилетней давности. Прогресс в форме был достигнут благодаря опыту, когда один тип сравнивался с другим; тем временем математики продвинули свой анализ деформаций настолько далеко, насколько позволила чрезвычайная сложность их задач, что в значительной степени способствовало улучшению конструкций.

При строительстве моста, как и при возведении многих других конструкций, используются балки различных контуров. В мостостроении чаще всего используется двутавровая балка. Когда проезжая часть проходит по верхней хорде, обозначенной как DH, на рисункемачты,

стр. 21, мы имеем палубный мост; когда он построен по нижней хорде, обозначенной как CM, мы имеем сквозной мост.



КАК ВЫГЛЯДИТ ФЕРМА



ФЕРМЕННАЯ КОНСТРУКЦИЯ ПРАТТА

Перемычка Берра, упрощенная Хоу и Праттом.

Уже упоминавшийся мост Берр 1804 года включал в себя арку и частично поддерживался стойками, выступающими из устоев. Эти особенности были опущены Уильямом Хоу в мосте, который он запатентовал в 1840 году и который, насколько известно, был первым преемником конструкции Палладио в использовании простой фермы для больших пролетов. Ферма Хау была построена из дерева, за исключением концевых тяг, которые были железными; это повторялось тысячи раз по всему миру. В 1844 году Томас У. и Калеб Пратт запатентовали мост, который по конструкции был противоположен мосту Хоу. Его железные диагонали использовались при растяжении, в то время как вертикальные распорки из дерева были при сжатии; в схеме Хау диагонали были при сжатии, вертикали - при растяжении. Этот план, за счет укорочения стоек, уменьшил поперечное сечение, необходимое для фермы. Когда кованое железо заменило дерево для мостов, дизайн Pratt стал самым популярным из всех, сочетая в себе больше привлекательных черт, чем любой из его конкурентов. Сегодня для длинных пролетов балтиморская ферменная конструкция пользуется большим спросом. Его напряжения, то есть сопротивление изменению формы под действием деформации, легко поддаются определению; короткость его панелей означает прочность; а его диагонали имеют наклон, который, как показал широкий и разнообразный опыт, наиболее желателен. Следует отметить, что проезжая часть поддерживается субвертикалями, то есть вертикалями, которые достигают пола с половины высоты панели.

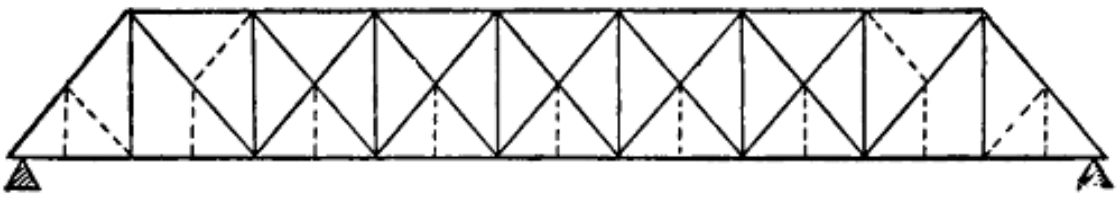
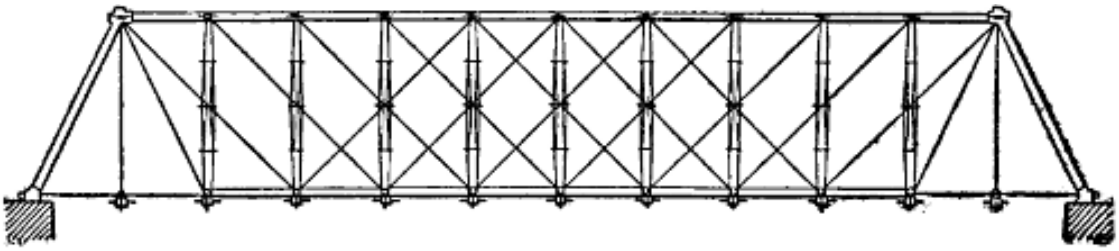


Схема балтиморской фермы.

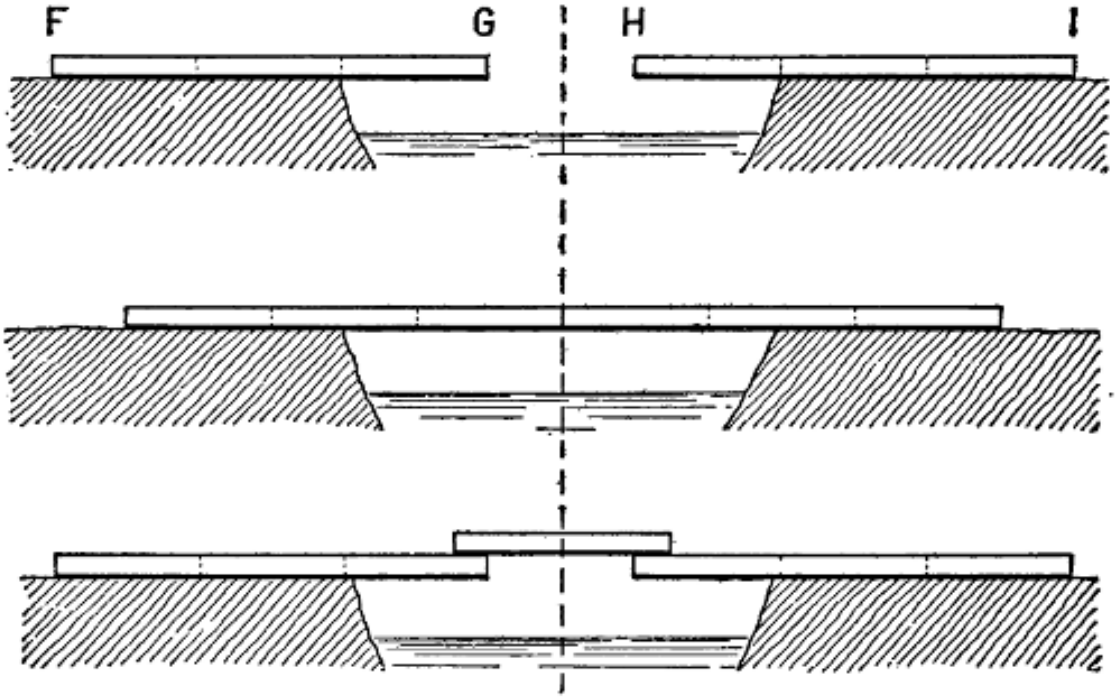


Мост Уиппл.

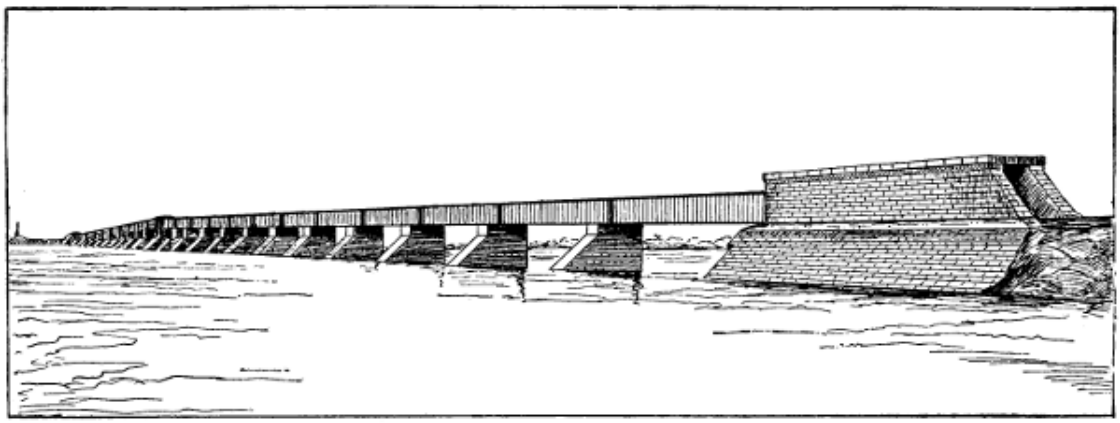
Важное исследование касается интенсивности и распределения напряжений, сначала в балках, затем в фермах и, наконец, в мостах как едином целом, и все это с целью обеспечения наилучших возможных конструкций по всей конструкции. Пионером в этой области исследований был Сквайр Уиппл, производитель математических инструментов из Утики, штат Нью-Йорк, который опубликовал в 1847 году свой анализ деформаций в стропильном мосту из-за его собственного веса и движущихся нагрузок. Учитывая законы этих деформаций, он разработал несколько мостов большого достоинства, наиболее примечательным из которых является мост, возведенный в 1852 году на железной дороге Ренсселер и Саратога, в семи милях к северу от Трои, который прослужил до 1883 года; его стороны или система полотен имели стяжки, протянутые через две панели в двойном пересечении.

В длинном стропильном мосту, который в целом можно рассматривать как балку предельного размера, поперечины между главными балками конструкции гораздо менее тяжелые, чем если бы они были сплошными, и не обладают большей прочностью. Первоначальная форма моста Виктория в Монреале представляла собой сплошную железную трубу квадратного сечения; на смену ей пришел ферменный мост в пять раз большей грузоподъемности, который весит всего в два раза больше. (Иллюстрации обоих на страницах 27 и 28.)

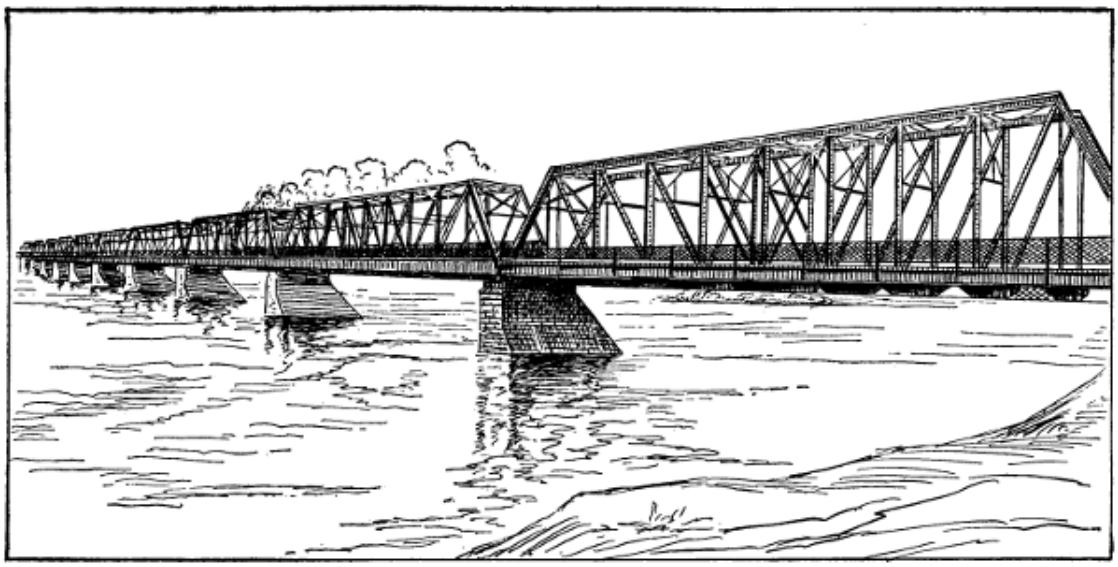
Таким образом, уменьшение веса по сравнению с прочностью имеет большое значение для подвесной конструкции, которая должна выдерживать не только собственный вес, но и тяжелые движущиеся грузы.



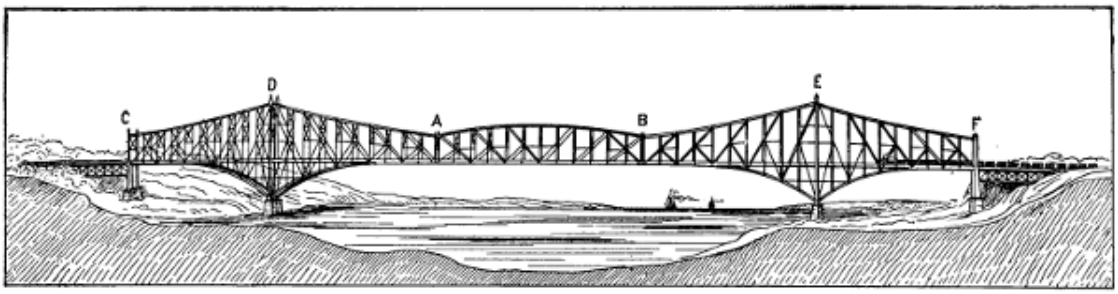
Простые консоли.
FG, HI, сначала отделены друг от друга; затем соприкасаются; последние соединяются перекладиной, проложенной над ними.



МОСТ Виктории, Монреаль.
Оригинальная трубчатая форма, разработанная Робертом Стивенсоном.



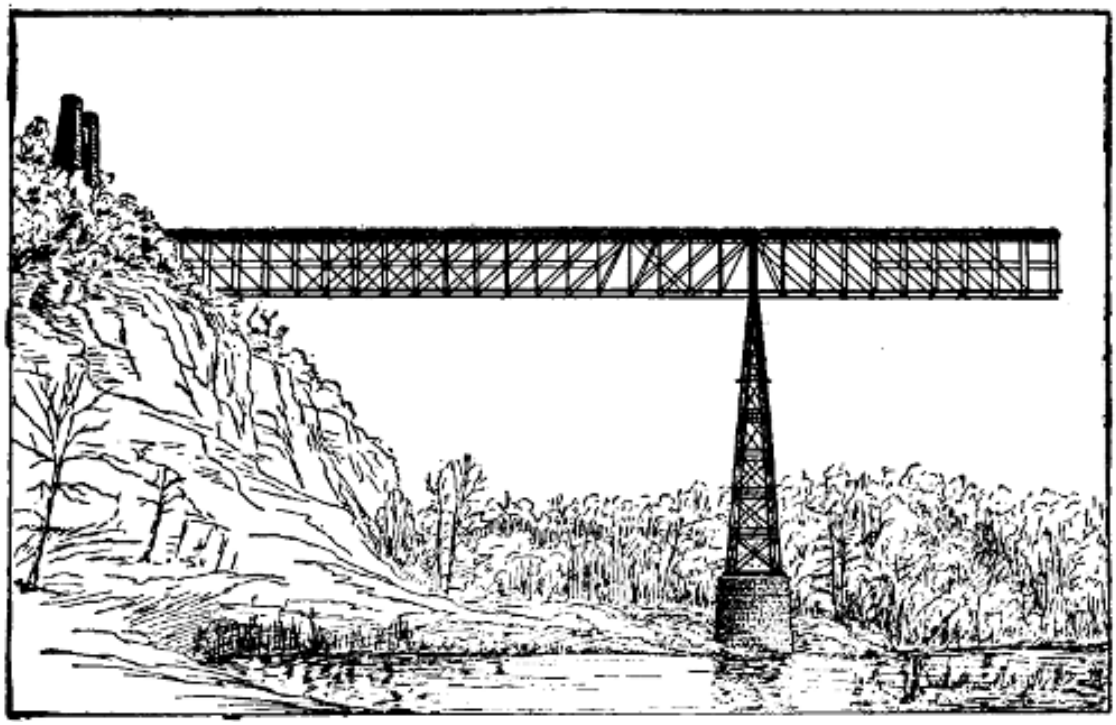
МОСТ ВИКТОРИИ, МОНРЕАЛЬ,
перестроен с помощью ферм.



КОНСОЛЬНЫЙ МОСТ ЧЕРЕЗ Сент-ЛОУРЕНС, НЕДАЛЕКО ОТ КВЕБЕКА.
Общая длина, CM, 3300 футов. Пролет швеллера, DE, 1800 футов. Центральная ферма, AB, 675 футов.

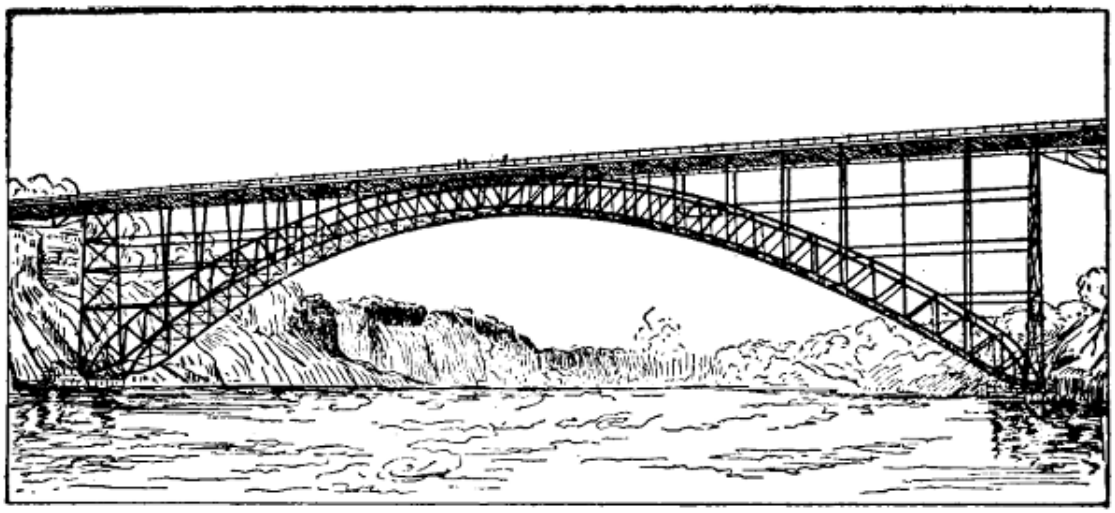
Преимущества консольной конструкции, арки и тетивы для лука.

В большинстве случаев мост пересекает долину или реку в месте, которое позволяет инженеру возводить строительные леса для поддержки своих ферм до тех пор, пока они не смогут объединиться и стать самоподдерживающимися. В некоторых местах этот путь запрещен; реку, такую как Огайо или Миссисипи, возможно, придется пересекать в месте, где уровень воды за один день может подняться на сорок футов, с разрушительной силой унося с собой деревья и бревна. Как правило, эта трудность решается за счет использования консольных пролетов, для возведения которых не требуются строительные леса. Чтобы понять их принцип, предположим, что на противоположных берегах ручья мы выкатываем навстречу друг другу балки FG и HI, следя за тем, чтобы их участки над водой всегда были легче участков на суше. Когда балки, наконец, соприкасаются, они прикрепляются друг к другу как сплошное полотно дороги. Или, когда они находятся на умеренном расстоянии друг от друга, их можно соединить третьим брусом, уложенным поперек промежутка между ними. На практике простой принцип, проиллюстрированный таким образом, развивается и варьируется многими способами, но в каждом случае применения единственное правило заключается в том, что фермы, протягиваемые с двух сторон пирса, должны уравновешивать друг друга, а береговые концы должны быть должным образом утяжелены или надежно закреплены на прочной скале. И вот, наконец, мы подходим к замечательному мосту в шести милях к западу от Квебека, чей пролет в 1800 футов будет самым длинным из когда-либо возведенных. Смотрите иллюстрацию, стр. 29. К консольным кронштейнам DA и BE будет подвешена центральная ферма AB высотой 675 футов. Консольный пролет может быть намного длиннее простой фермы, потому что на опоре, как D этого моста, часть, DA, всего пролета, DE, уравновешивается либо, как в данном случае, береговым пролетом, CD, либо соответствующей частью следующего пролета, если этот пролет не выходит на берег, а переходит от одного пролета к другому.



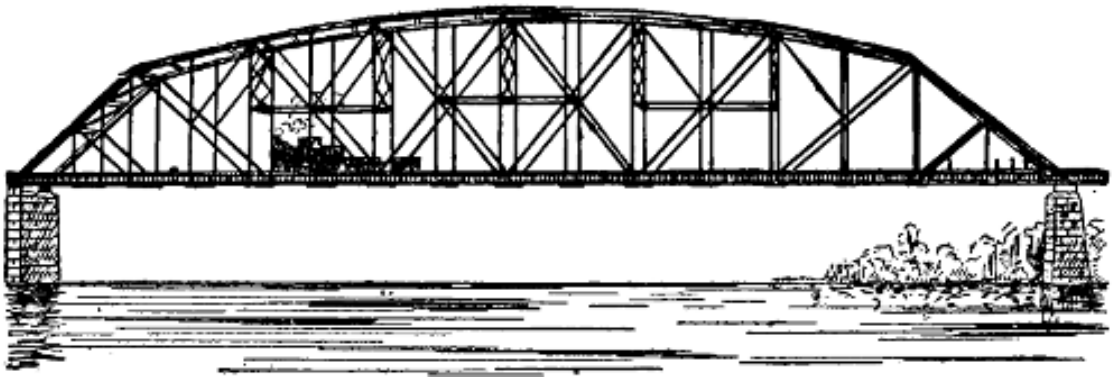
Консольный мост через реку кентукки

Первый консольный мост в Америке был спроектирован К. Шалером Смитом для Южной железной дороги Цинциннати, чтобы пересечь реку Кентукки; он был построен в 1876-7 годах.



Арочный мост, Ниагарский водопад

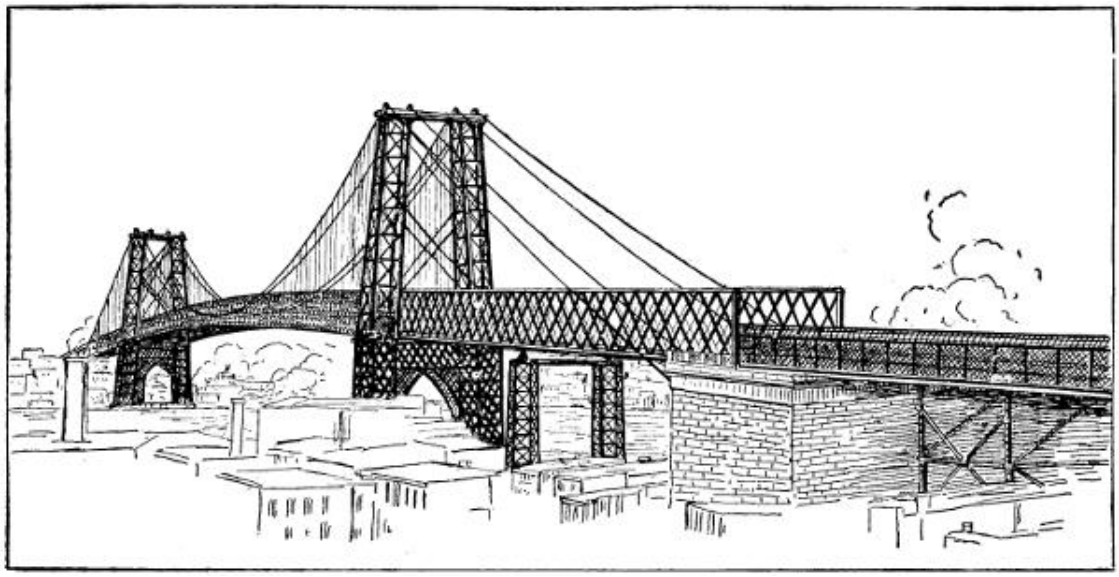
Через Ниагарское ущелье, недалеко от водопада, перекинут арочный мост высотой 840 футов в центральном пролете, который при строительстве в 1898 году следовал плану, разработанному Джеймсом Б. Идсом при строительстве моста Сент-Луис почти тридцать лет назад. Поскольку в обоих случаях о строительных лесах не могло быть и речи, каждый мост был построен из своих опор по консольному принципу. Арку иногда маскируют под модифицированную тетиву лука, как в конструкции Burr 1804 года, горизонтальной стяжке, соединяющей концы изогнутого ребра и принимающей на себя его тягу, без упоров, требуемых аркой. В аккордах такого рисунка прочность максимально приближена к однородности, насколько позволяют практические соображения, что позволяет избежать потерь, характерных для первых дней, когда одна часть моста могла быть в два раза прочнее другой. Тетива была принята для большого пролета в 542½ фута над Огайо в Цинциннати, построенного в 1888 году, и для пролета в 546½ фута, возведенного в Луисвилле в 1893 году. Тетива длиной 533 фута, составляющая часть моста через реку Делавэр Пенсильванской железной дороги, построенного в 1896 году в Филадельфии, описана на странице 32. В Бонне, на Рейне, в 1904 году было завершено строительство моста, центральный пролет которого представляет собой тетиву длиной 616¼ фута.



Мост тетивы, Пенсильвания, штат Пенсильвания, Филадельфия.

Подвесные мосты и неразрезные балки.

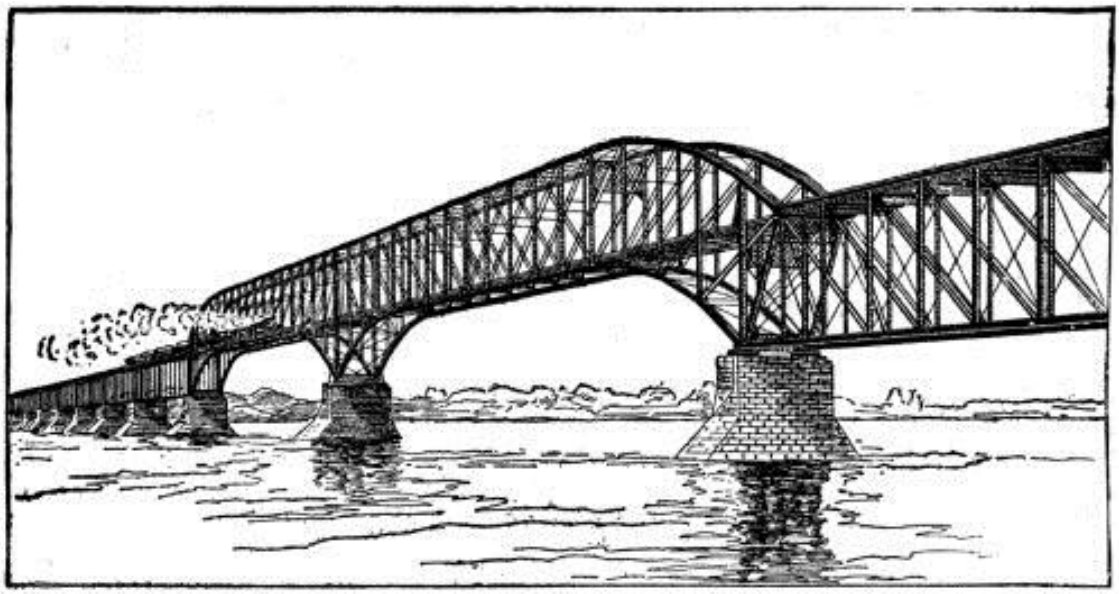
Если мы возьмем конструкцию арочного моста и перевернем его вверх ногами, то получим контур, подобный контуру Вильямсбургского подвесного моста, открытого в 1903 году между Бруклином и Манхэттеном, изображенного на странице 33. Для максимальной длины это единственный доступный пролет; он обеспечивает прочность проволоки на растяжение - самую прочную форму, которую может принимать сталь. Стальной трос подходящего диаметра, если бы он должен был поддерживать только себя, мог бы безопасно достигать трех миль в длину. Подвесной мост имеет еще одно преимущество в использовании крепления для выдерживания нагрузок, которые разрушили бы простую ферму, опирающуюся на опоры. Будучи впервые возведенными, подвесные мосты были подвержены сильной и вредной вибрации, во многих случаях их сотрясали на куски не слишком сильные штормы. Было обнаружено, что эта вибрация была проверена и что безопасность была обеспечена за счет введения ферм жесткости, которые в то же время пошли на пользу мосту, равномерно распределяя нагрузку по поддерживающим тросам.



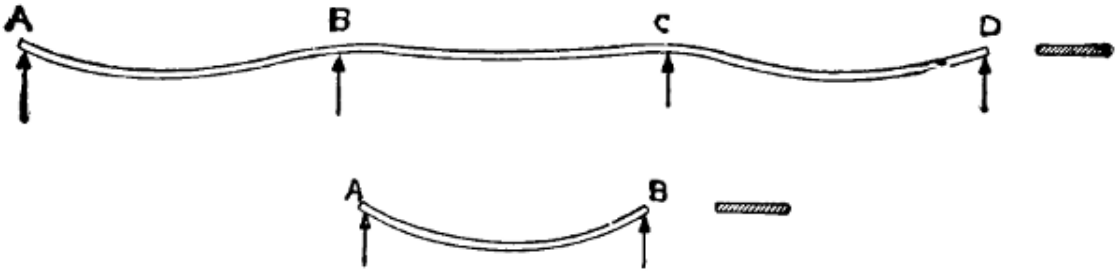
УИЛЬЯМСБУРГСКИЙ МОСТ, НЬЮ-ЙОРК.

В Лашине, примерно в восьми милях к западу от Монреаля, на линии Канадской Тихоокеанской железной дороги, замечательный мост пересекает реку Святого Лаврентия. Его конструкция представляет собой сплошную балку из четырех пролетов, два боковых пролета имеют длину по 269 футов каждый, а два других - по 408 футов каждый. Этот тип обсуждается мистером Мэнсфилдом Меррименом и мистером Генри С. Джейкоби в части IV, стр. 30, их работы о крышах и мостах. Одно из представленных преимуществ заключается в том, что прогиб под нагрузкой под напряжением меньше, а жесткость больше, чем у простых прерывистых балок, и, таким образом, уменьшается вредное воздействие колебаний. Кроме того, требуется меньше материала, чем для простых прерывистых пролетов. Оба этих элемента усиления проявляются при размещении резиновой ленты AD в четырех равноудаленных точках опоры, когда мы обнаруживаем, что BC, центральная треть полосы, провисает меньше, чем AB или CD, первая или последняя треть. Отрезая треть всей полоски, мы лишаем удаленный кусок на его отделяемой поверхности сцепления, которое во многом способствовало удержанию всей полоски до разрезания почти горизонтальной в этом месте. Мы берем AB, наш короткий отрезанный кусок резины, и укладываем его по концам на две точки опоры; теперь он в готовом виде служит моделью простой фермы, сам по себе; его решительный прогиб показывает, что он гораздо менее жесткий, чем когда он был частью

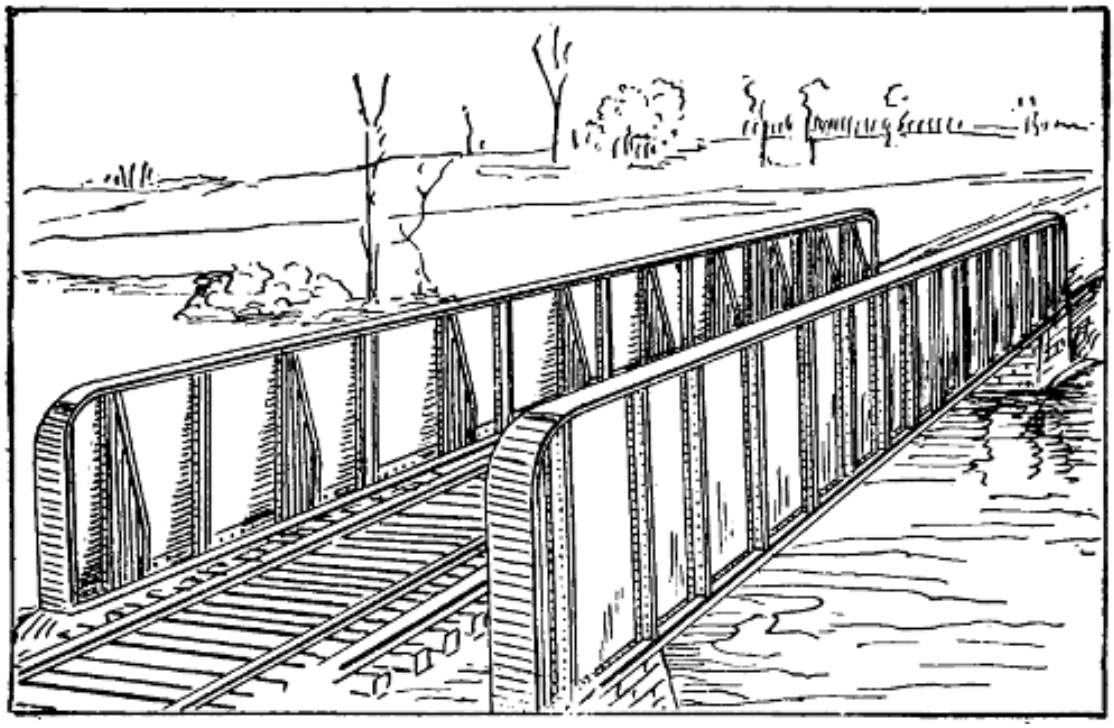
цельной и более длинной конструкции. Сплошные балки, несмотря на их преимущества, используются редко; они сопряжены с серьезными трудностями; среди них можно упомянуть то, что изменения, часто неизбежные, уровня опор и устоев приводят к тому, что они подвергаются большим перепадам напряжений, что всегда является источником опасности; кроме того, изменения длины из-за изменений температуры, конечно, намного больше, и их устранение сопряжено с большими трудностями, чем в случае прерывистых балок.



Неразрезной балочный мост, Канадская Тихоокеанская республика, Лашин, недалеко от Монреаля.



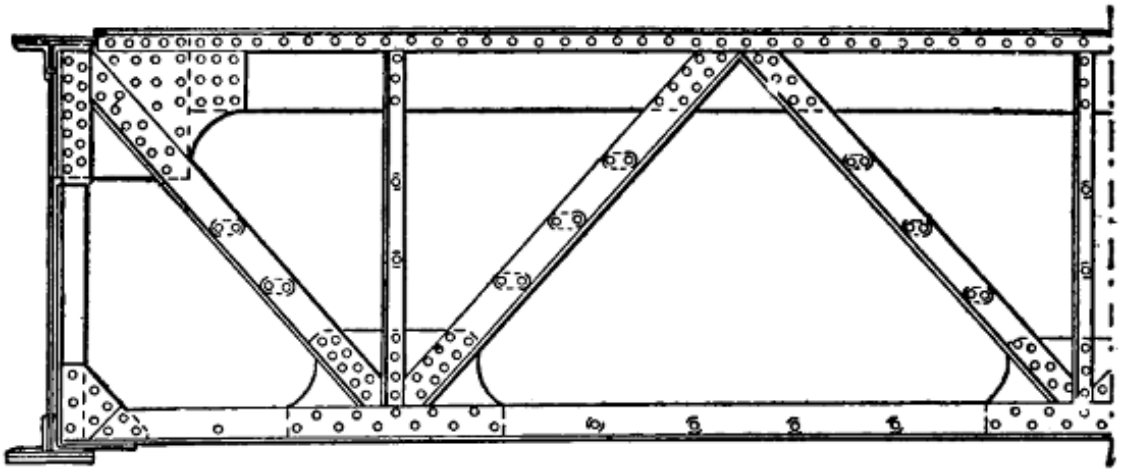
Резиновая прокладка поддерживается в 4 точках и в 2 точках.



Мост из пластинчатых балок.

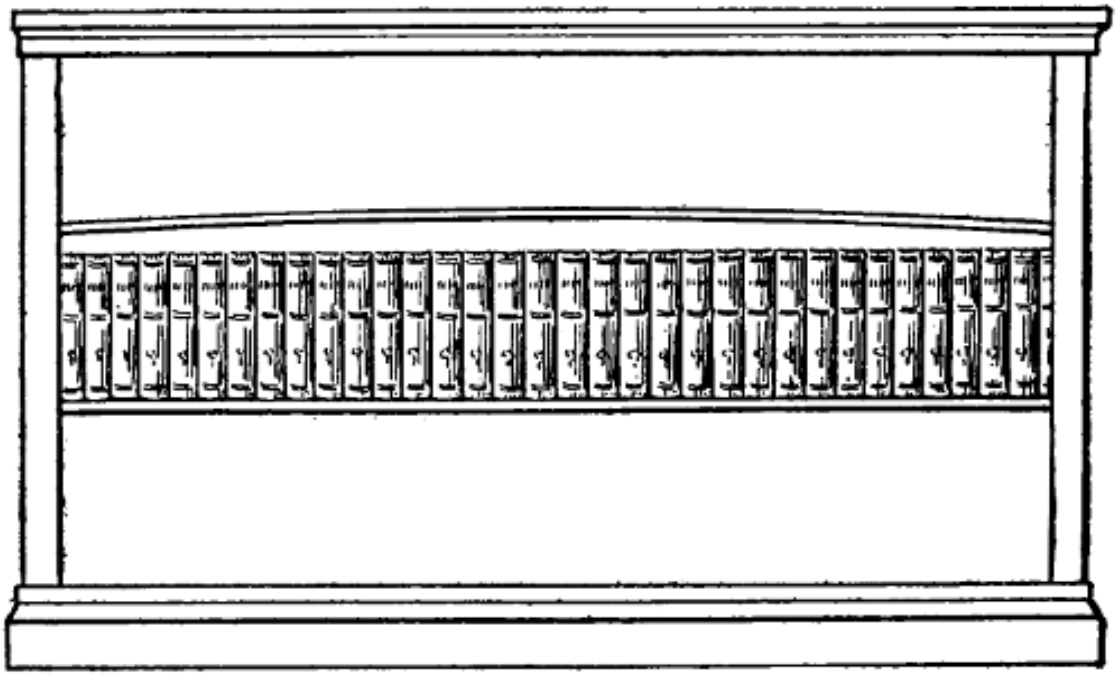
Наилучшие пропорции для пролетов: выигрышно смотрится небольшой изгиб вверх. Крепление булавками или заклепками.

Независимо от того, длинные это пролеты или короткие, инженеры довольно хорошо договорились относительно наилучших пропорций балок и панелей. Они считают, что балка должна иметь примерно от одной двенадцатой до одной десятой толщины пролета; и что вес полотна должен быть примерно равен весу его фланцев. Обычно они придают панелям в два раза большую глубину, чем длину, с тенденцией к увеличению отношения глубины к длине, чтобы свести к минимуму прогибы и колебания, которые сокращают срок службы конструкции. Для определенных длин пролетов предпочтительны определенные типы конструкций; обычно для длин от 20 до 125 футов выбираются пластинчатые балки; для пролетов от 125 до 150 футов возводятся клепаные решетчатые фермы; для пролетов от 150 до 600 футов используются фермы, соединенные штифтами. Здесь мы достигаем экономичного предела длины для простых ферм; за пределами 600 футов инженер вынужден прибегать либо к консольному, либо к подвесному мосту.



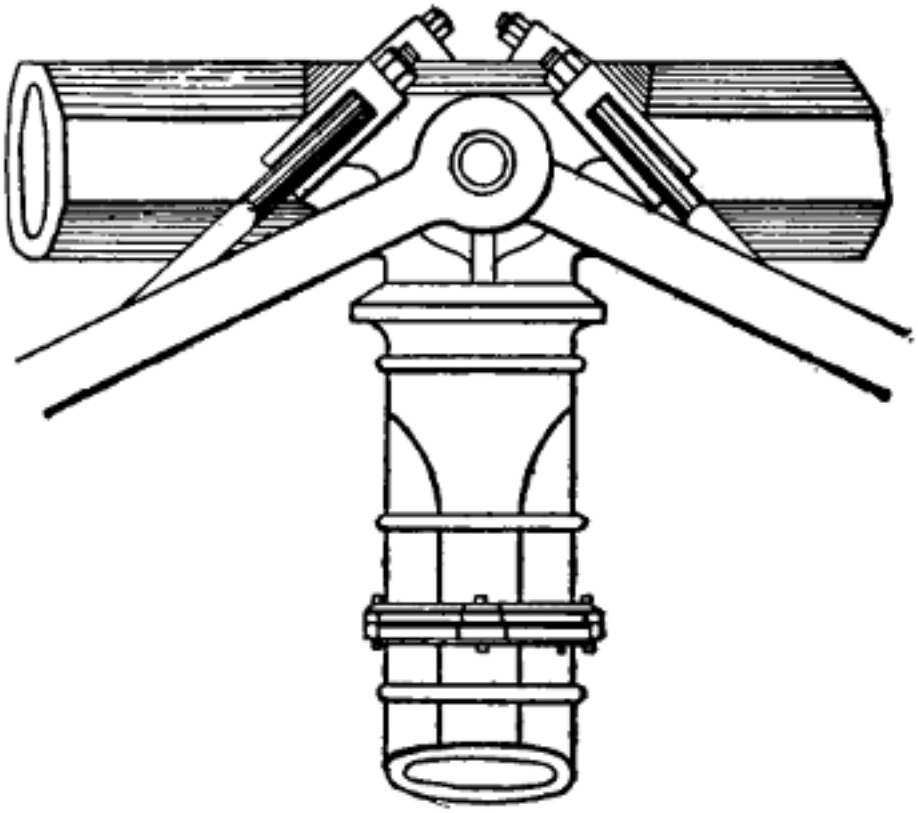
Часть решетчатого балочного моста с заклепками.

Какой бы ни была ширина ручья или пропасти, через которую он должен проложить дорогу, каждый случай должен быть изучен в свете его особых обстоятельств. Необходимо должным образом учитывать деловые, а также инженерные соображения; проектировщик должен иметь в виду, что типы деталей, обычно изготавливаемых на крупных сталелитейных заводах, можно получить за меньшее время и с меньшими затратами, чем новые типы, требующие изготовления на заказ. Затем, что касается скорости строительства, он вспомнит, что мост со штыревым соединением можно построить намного быстрее, чем клепаную конструкцию. Кроме того, каждая деталь должна быть значительно прочнее, чем требуется при обычных условиях эксплуатации. Внезапно могут возникнуть бури и наводнения; в любой момент сход с рельсов или столкновение могут создать чрезвычайно серьезную нагрузку; и даже при обычных обстоятельствах не следует забывать, что нагрузка на поезда постоянно увеличивается, поскольку так достигается экономия.



Верхняя полка без нагрузки имеет изгиб или выпуклость вверх.
Нижняя аналогичная полка выпрямляется под действием нагрузки.

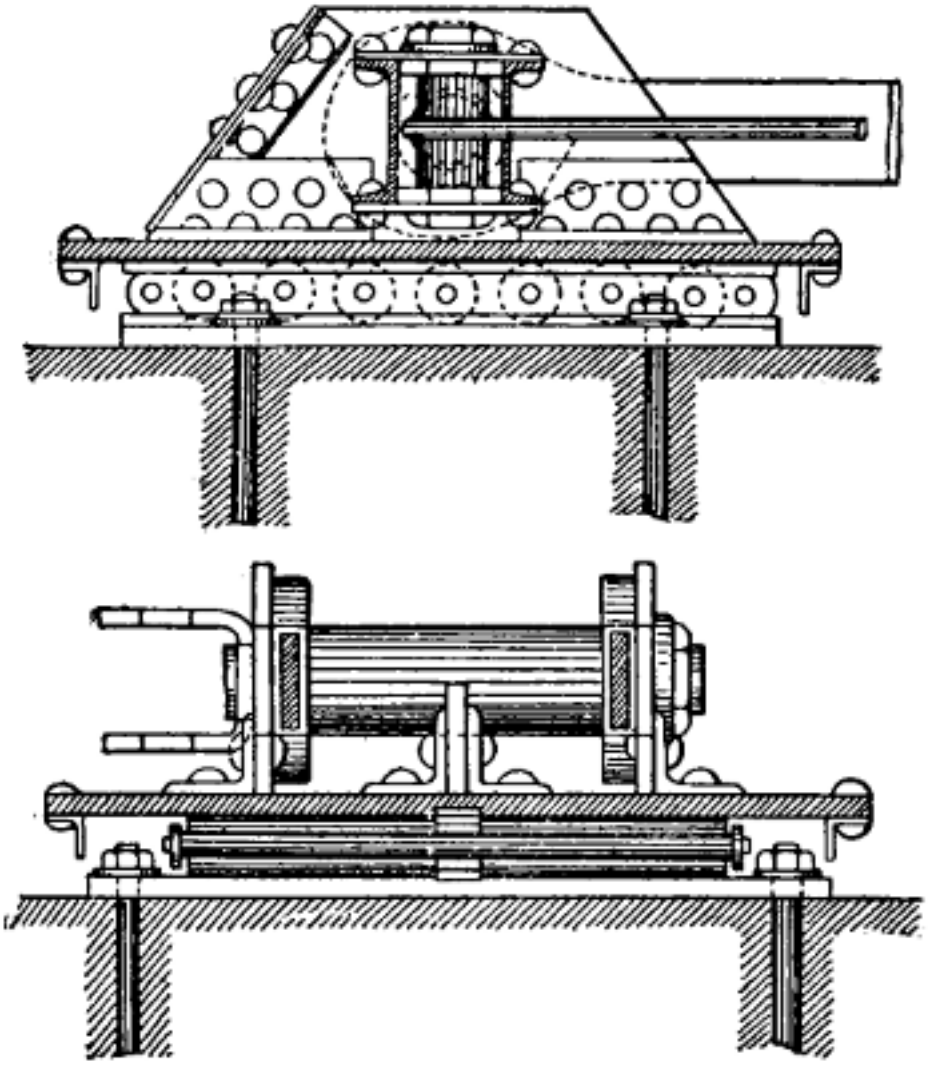
Одна деталь конструкции моста заслуживает минутного внимания. Когда книжная полка представляет собой тонкую доску, совершенно прямую при изготовлении, она прогибается посередине при полной нагрузке. Такого наклона вниз можно избежать, если сначала сделать полку с небольшим изгибом, при котором середина будет немного выше концов. При строительстве мостов каждому пролету придается одинаковый изгиб, или выпуклость, так что при полной загрузке он будет ровным или почти ровным. Установлено, что для пролета в 500 футов достаточно подъема на полфута в центре. В подвесных мостах ради усиления конструкции развал значительно превышает это соотношение.



Штифт, соединяющий части моста.

При скреплении частей моста обычной американской практикой, о которой уже упоминалось, является использование штифтов, проходящих через проушины. В Англии предпочтение отдается клепке, как показано на рисунке решетчатой фермы, стр. 36. Это различие в методах возникло из-за использования различных материалов. При строительстве мостов английский инженер начал с фланцевой балки из литого или прокатанного железа или какой-либо другой формы жесткой балки, и по мере того, как мосты увеличивались в размерах настолько, что требовался каркас фермы, все его усилия были направлены на то, чтобы сделать эту ферму как можно более похожей на оригинальную фланцевую или коробчатую балку. С другой стороны, у американского инженера поначалу практически не было железа или стали для работы, и он по необходимости использовал дерево. Поскольку необходимые мосты имели значительный пролет, единственным возможным методом было сколотить вместе небольшие куски дерева так, чтобы получился соединенный ряд треугольников. Сделать жесткие соединения в древесине было практически невозможно, да и вообще жесткие соединения были нежелательны, потому что прочность древесины невелика при приложении усилий в любом направлении, отличном от направления волокон изделия, а штифтовое соединение обеспечивает именно это направление действия. Как правило, клепаный мост требует больше металла, чем

соединенный штифтами конструкция, на его изготовление уходит больше времени, но требуется несколько меньше навыков. Чтобы обеспечить изменение длины моста при изменении температуры, для поддержки его концов используются фрикционные ролики. На первом подвесном мосту у Ниагарского водопада, построенном Реблингом, немного цемента случайно попало на фрикционные ролики и не позволило им проворачиваться; к счастью, конструкция избежала разрушения, которому она таким образом подверглась.



Мостовые катки в разрезе и плане.
Республика Нью-Йорк, Пенсильвания и Огайо

Теперь мы провели краткий обзор некоторых методов, с помощью которых проектировщик мостов планирует конструкцию, которая одновременно является безопасной и максимально экономичной с точки зрения материала. Шаг за шагом он обнаруживал, как мало стали он может использовать для создания все более смелых дизайнов, потому что его рука так бережно относится к весу. Его успех начался с внедрения балки, которая, как мы видели, по сути является рабочим каркасом, долгое время скрытым внутри общей балки; консольный пролет близ Квебека, длина которого составляет 1800 футов, был таким же образом вырезан из предыдущих несущих конструкций. Его металл выделяется как сплошная мускулатура, выдержанная в самых выразительных линиях, не обремененная ни единым фунтом праздного вещества. Дизайнер такой ткани - это художник, умеющий извлекать из массы материала каждую унцию, которую можно разумно удалить. В некоторых случаях, как,

например, когда Роблинг соединил Нью-Йорк и Бруклин, мост создается не только полезным, но и красивым, столь же изящным, сколь и прочным.[3]

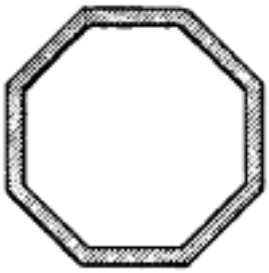
[3] У мистера Дэвида А. Молитора есть богато иллюстрированная глава об эстетическом дизайне мостов, начинающаяся со страницы 11 в книге “Теория и практика современных каркасных конструкций” мистера Дж. Б. Джонсона и других авторов, Нью-Йорк, John Wiley & Sons. Восьмое издание, исправленное и дополненное. $10.00.

ГЛАВА IV
ФОРМА—*Продолжение*. ВЕС И ТРЕНИЕ УМЕНЬШИЛИСЬ.

Почему опоры выполнены полыми . . . Преимущества арок в зданиях, мостах и дамбах . . . Трубы в новых системах водоснабжения . . . Колеса важнее, чем когда-либо . . . Углы уступают место изгибам.

Рассмотрев методы, с помощью которых разумно выбранные формы позволяют экономить материалы зданий и ограждений, мостов различного типа, мы переходим к дальнейшему рассмотрению этих и подобных форм и обнаруживаем, что они обеспечивают экономию материала, в то же время делая возможным новый смелый план и привнося новые элементы красоты. Мы также отметим, что разумные формы предотвращают напрасную трату энергии, поскольку конструкции либо приводятся в движение, либо служат для транспортировки движущихся тел. Попутно мы увидим, что хорошо подобранные формы страхуют конструкцию от неоправданных повреждений.

Квадрат



Восьмиугольная

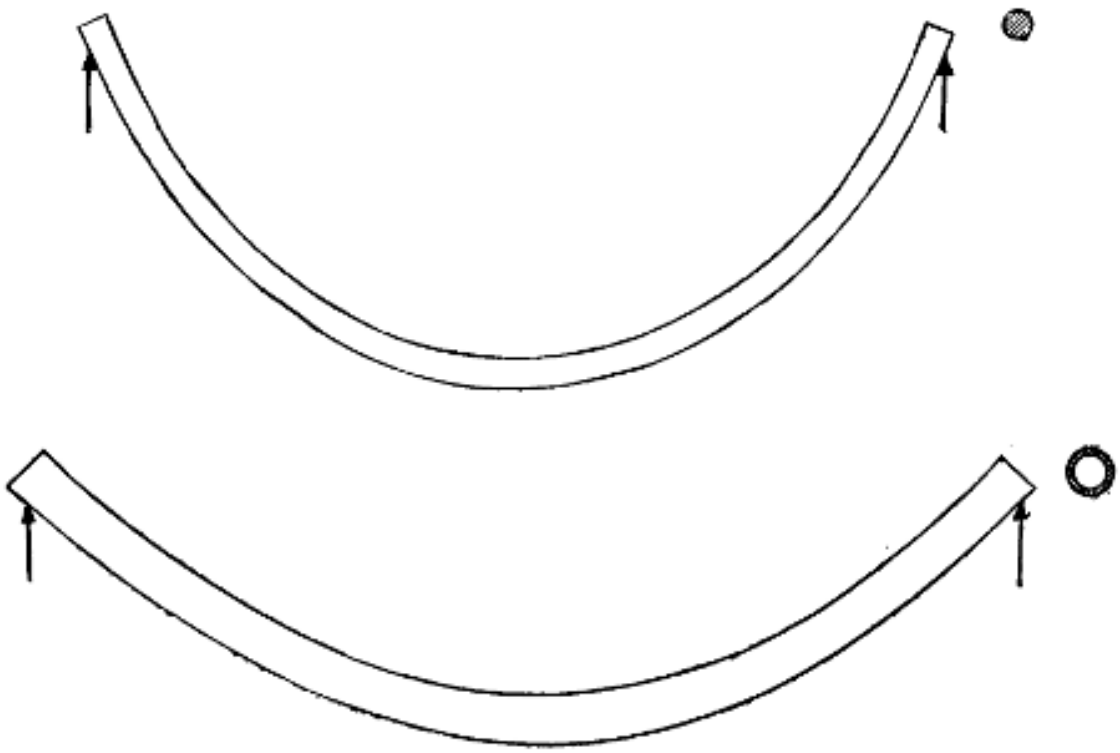
16-Сторонний

Круглый

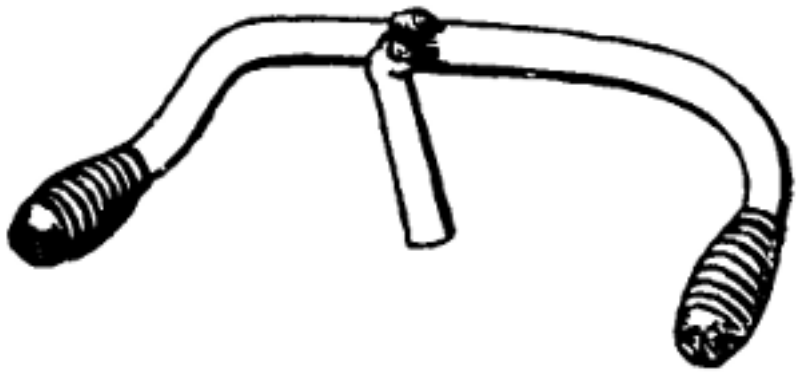
Секции балок.

Полые колонны и трубы.

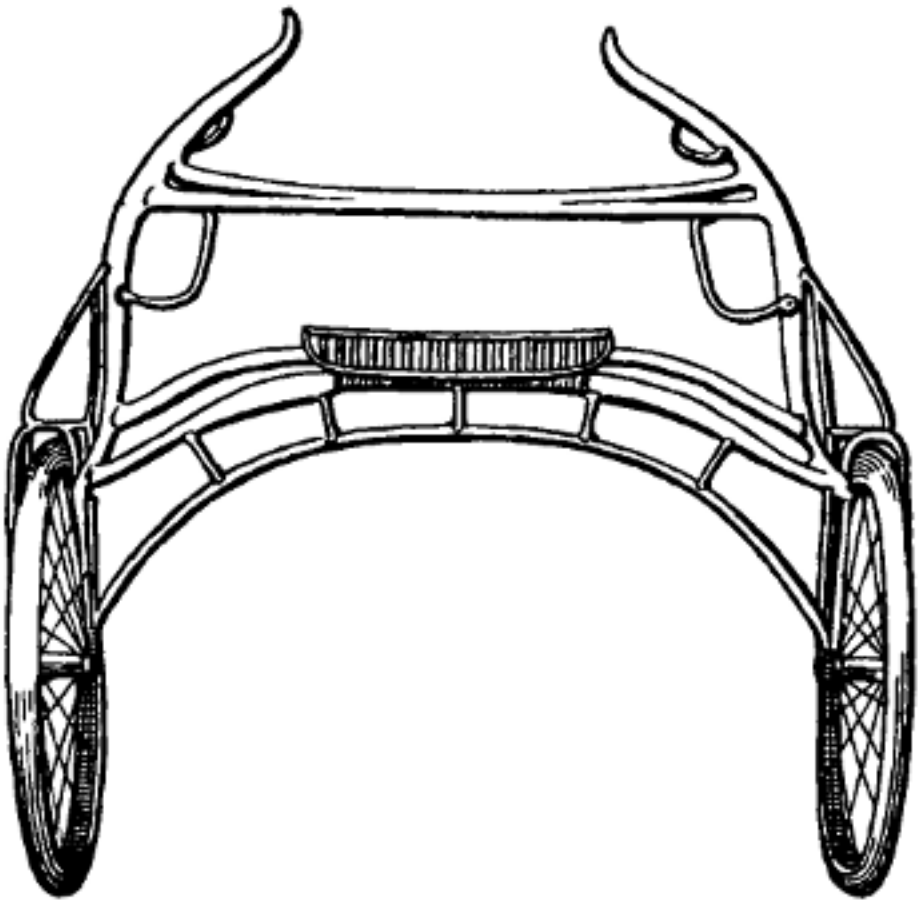
В высоких конструкциях коробчатая балка часто используется в качестве колонны или балки, потому что она обладает еще большей жесткостью, чем двутавровая балка; обычно у нее четыре стороны, но может быть восемь, шестнадцать или более, и, таким образом, шаг за шагом мы приходим к полой цилиндрической колонне, которая действительно имеет наилучшую форму, которую можно придать несущему материалу. Китайские строители научились бережливости в тот далекий день, когда они использовали бамбук для своих стен и крыш. Сравнение с цельной деревянной палкой аналогичного веса и материала покажет, что бамбук такой же длины определенно предпочтительнее. Внутренняя половина круглой прочной палки сравнительно мало помогает удерживать нагрузку; следовательно, удалить эту половину так же выгодно, как снять с балки древесину, окружающую ее рабочий каркас. Сначала цапфы паровозов и крупных машин, а также оси железнодорожных вагонов и оглобли пароходов были сплошными; в наши дни, в пропорции, которая постоянно увеличивается, они полые. Преимущество этой формы проявляется, когда мы берем два резиновых цилиндра, одинаковых по длине и весу, один сплошной, другой полый. Поддерживая оба элемента на своих концах, полая форма прогибается меньше, чем сплошная, оказываясь более жесткой из двух.



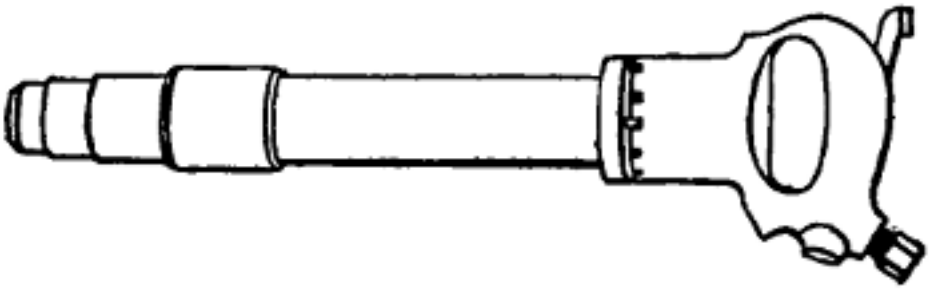
Твердый резиновый цилиндр сильно провисает.
Полый резиновый цилиндр провисает меньше.



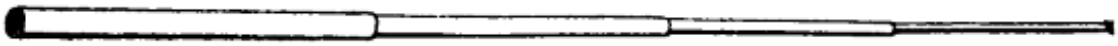
Велосипедная ручка из стальных труб.



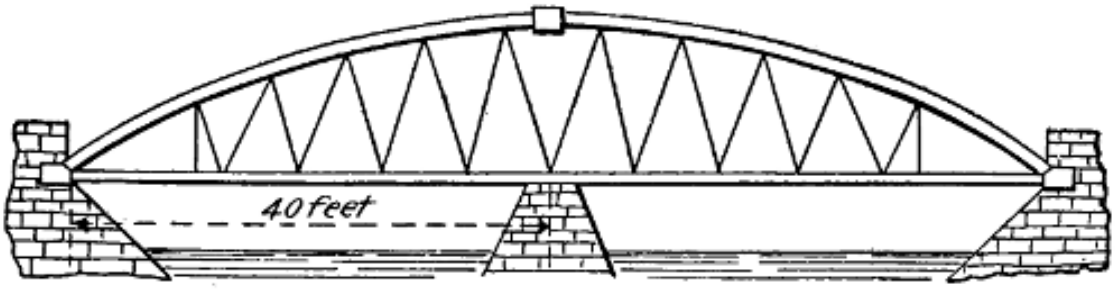
Угрюмый в стальных трубах.



Пневматический молоток, стальная труба.



Удочка из стальной трубки.

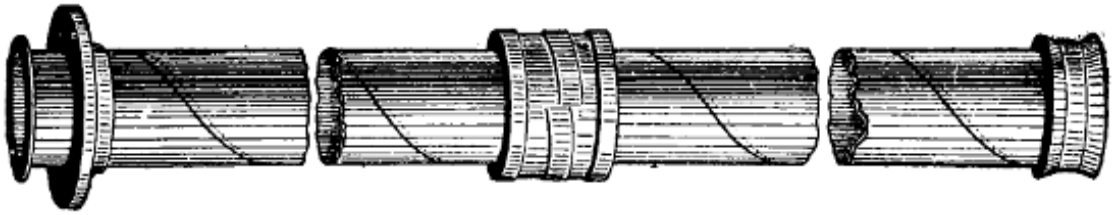


Мост из стальной трубы.

С таким же преимуществом бесшовные трубы используются для самых разных целей. Он производит велосипеды и салки, которые намного превосходят по скорости транспортные средства с прочными рамами; из него изготавливают лифтовые клетки, качалки, пневматические инструменты, удочки, магазинные ружья, красящие ролики, сельскохозяйственную технику, столбы, мачты и многое другое, где должны сочетаться прочность и легкость. Стальные трубы легко сгибаются по любому необходимому контуру, даже если они имеют значительный диаметр. Г-н Эгберт П. Уотсон указал на его доступность для шоссейных мостов с пролетом около сорока футов, при этом для их возведения не требуются профессиональные мостостроители. Недалеко от Саксонвилля, штат Массачусетс, арочный мост длиной восемьдесят футов обеспечивает проезжую часть через реку Садбери, в то же время по его трубе течет ручей, который является частью бостонской водной системы. Мост аналогичной формы длиной 200 футов перекинут через Рок-Крик в городе Вашингтон. На мосту Идс, пересекающем Миссисипи в Сент-Луисе, в каждом пролетном строении используются восемь стальных труб наружного диаметра девять дюймов. Трубки большие и маленькие были усилены за счет использования модели старомодной зажигалки, или разлива, кусочка бумаги, свернутого по спирали в виде полой трубки. Резко дунув в нее, вы лишь затянете ее соединения. Аналогичным образом, трубы из металла становятся еще более прочными, когда их швы имеют спиральную, а не продольную форму. Страстный поиск сочетания прочности и легкости в велосипеде завершился выбором труб, сваренных спиралью.

Арочный мост из стальных труб,
река Садбери, недалеко от Саксондейла, Массачусетс

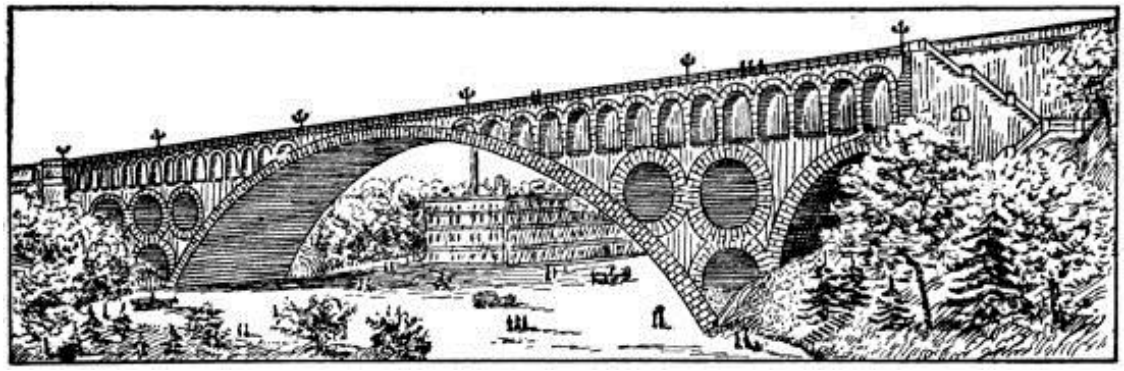
Спиральная зажигалка для разжигания огня.



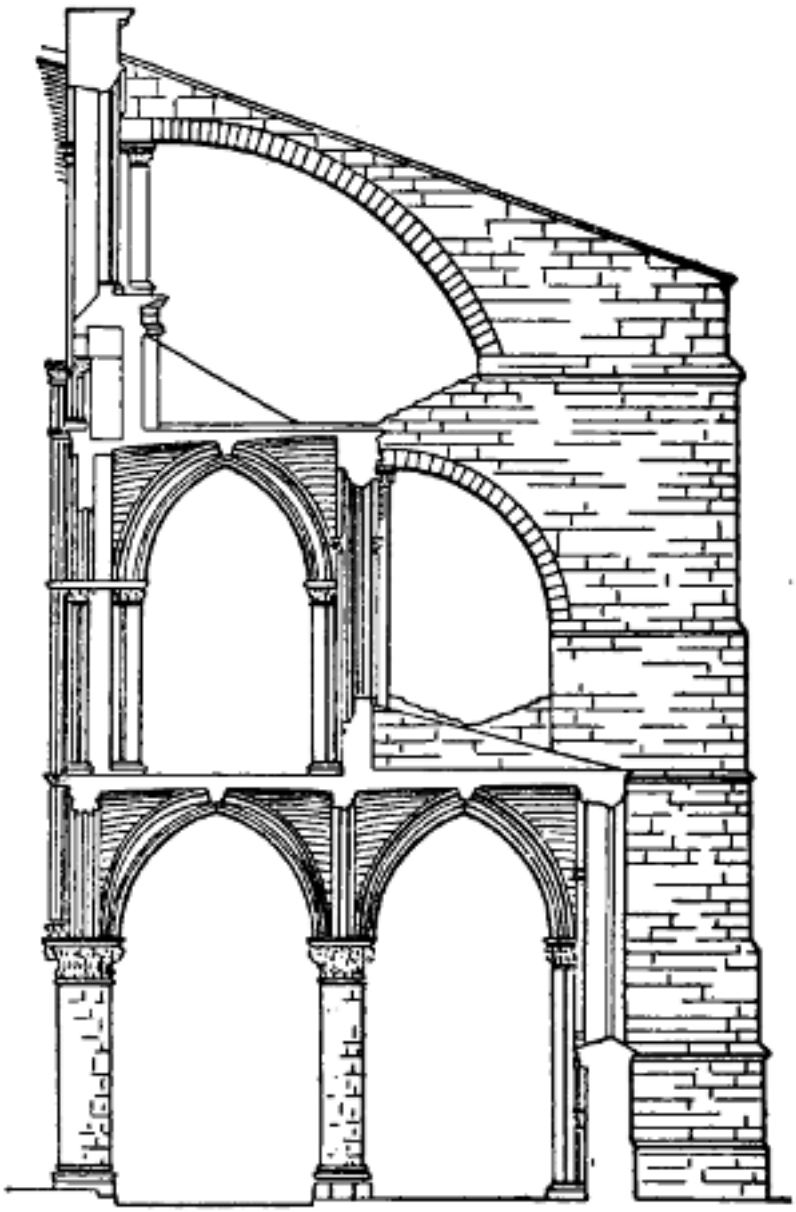
Стальная труба со спиральным сварным швом.

Арки.

Когда древние строители начинали возводить каменную кладку, они повторяли в камне или кирпиче формы, которые они создавали из дерева. Соответственно, перемычки их дверей и окон были плоскими. Это был замечательный шаг вперед, когда арка была изобретена, вероятно, каменщиком, охватывая ширину, невозможную для горизонтальных конструкций. Ровный ряд из камня или кирпича давит только вниз; арка давит не только вниз, но и вбок. Именно этот боковой упор, задействующий новый ресурс, придает арке конструктивное преимущество. В современном масонстве самые смелые арки является мост в Плауэн, Германия, с ее пролетом 295¼ ноги. Из стрельчатых арок больше всего поддерживают стены готических соборов; именно для противодействия выступу этих арок наружу были возведены внешние контрфорсы, либо сплошные, как в Сен-Реми в Реймсе, либо развевающиеся, как в Нотр-Дам в Париже. Сарацинская арка, охватывающая более половины круга, не такая мощная, как римская, но в ней есть свое изящество, в полной мере проявленное в Альгамбре и в несравненной мечети в Кордове. Цепочка из маленьких звеньев, например, часовая цепочка, свободно свисающая между двумя точками опоры, очерчивает цепную кривую; это Галилей предложил в качестве очертания арки в равновесии; это принято для подвесных мостов.

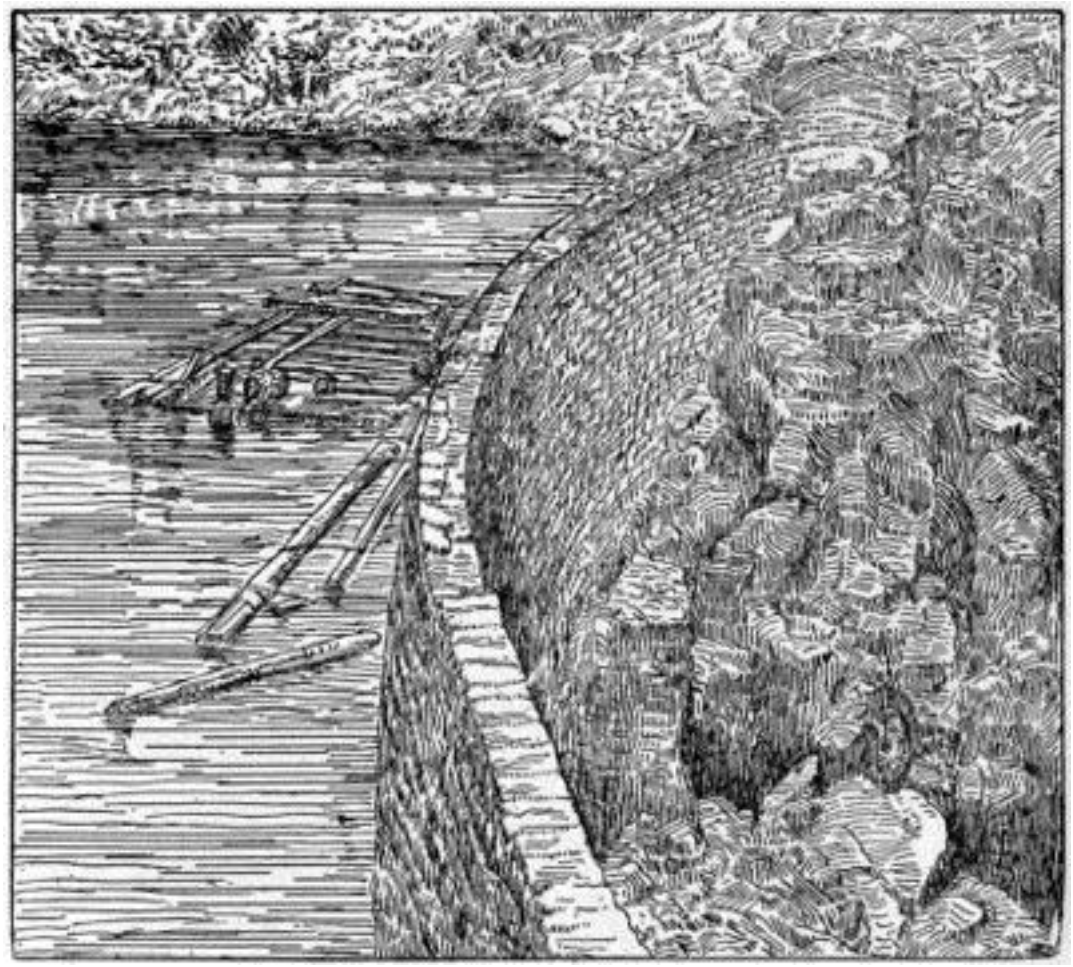


Самая длинная каменная арка в мире, Плауэн, Германия.



Церковь Сен-Реми, Реймс, Франция.
Секция поперек укрепленного хора.

Изгиб подвешенной цепи.

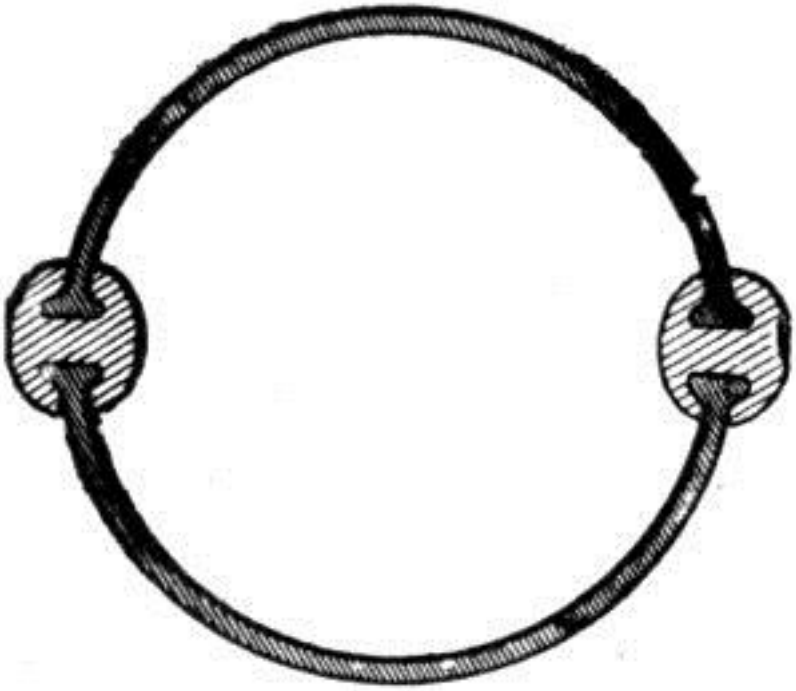


Плотина через Медвежью долину, округ Сан-Бернардино, Калифорния.

“Арка, - говорит мистер Уильям П. П. Лонгфелло в ”Колонне и арке“, - была великим конструктивным фактором в архитектуре Римской империи; она чрезвычайно расширила ресурсы строителя при планировании и его средства достижения архитектурного эффекта. Это дало ему возможность перекрывать широкие проемы, а при расширении в свод - покрывать большие пространства; это приучило его к изогнутым линиям и поверхностям. Опираясь на это и подстегиваемый новыми потребностями сложной римской цивилизации, он увеличил масштаб своих зданий и значительно усложнил их планы. Он использовал свои новые комбинации со смелостью и изобилием изобретений, которые были чудом света с той эпохи до наших дней, возводя сооружения в масштабах, которые затмевали все, что было раньше, за исключением колоссальных зданий Египта. Под влиянием новых стимулов и с помощью новых средств достижения эффекта римское строительство значительно превзошло греческое по размаху, разнообразию и великолепию ”.

Арка, построенная сбоку, с выпуклостью выше по течению, а ее концы упираются в скалистые берега, превосходно служит плотиной. Во многих случаях она выдерживала наводнения, намного превышающие те, которые ожидались ее проектировщиками. Такие плотины не должны быть слишком длинными, иначе то, что сэкономлено в толщине, больше, чем потеряно в длине. Перевернутые арки используются во многих местах в качестве желобов для дренажа. Недалеко от Бристоля, в Англии, они закрепляют тросы подвесного моста Клифтон на глубине восьмидесяти двух футов под поверхностью земли. Многие туннели, законченные каменной кладкой, имеют очертания, представляющие собой две соединенные арки, причем нижняя арка перевернута. Максимальная клоака, знаменитая

канализационная система в Риме, имеет такую схему; она имеет двадцать шесть футов в высоту, шестнадцать футов в ширину и эксплуатируется уже двадцать пятое столетие.



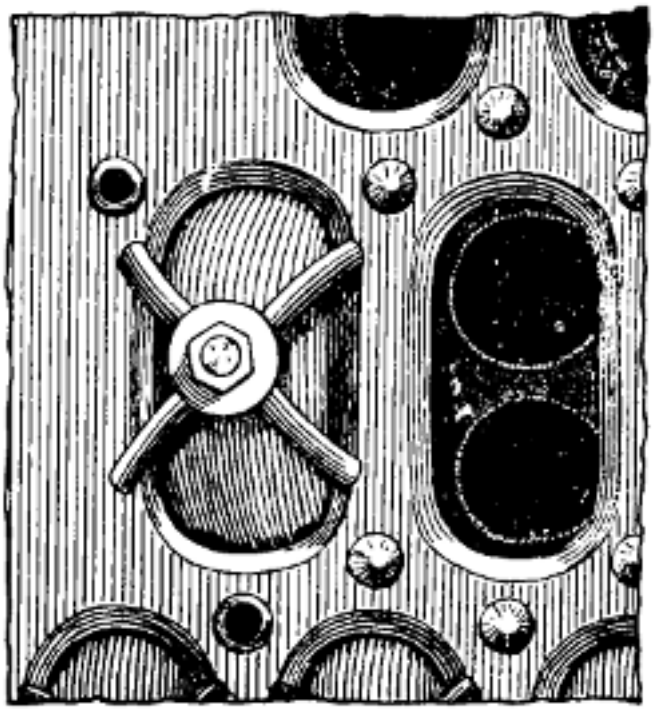
Запорная труба Фергюсона. Компания East Jersey Pipe Co.,. Патерсон, Нью-Джерси

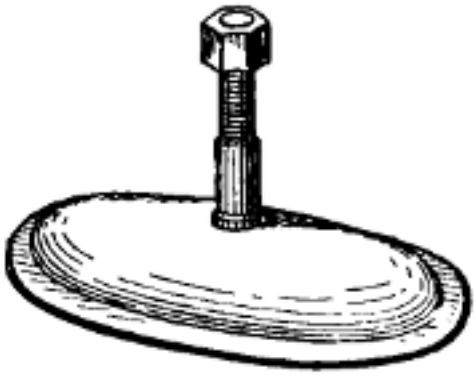
Круги и другие кривые.

От арок, построенных из частей окружностей, давайте перейдем к самой окружности и взглянем на использование труб круглого сечения, поскольку мы начинаем рассматривать, как можно свести к минимуму сопротивление движению. Использование бамбука не только для строительства, но и для транспортировки воды началось в далеком прошлом. Как мы уже заметили, в качестве конструкционного материала он был легким и прочным; уложенный на землю, он представлял собой готовую водопроводную трубу превосходной формы. Когда в деревьях выдалбливали отверстия для подачи воды, когда из глины лепили трубки, азиатский ремесленник представлял себе полую цилиндрическую форму бамбука, которую нужно было точно скопировать. Эта форма перешла ко всем современным трубопроводам для подачи воды, пара и газа, потому что это лучшее, что может принять труба. Ни одна другая форма не имеет, пропорционально пропускной способности, такой малой поверхности для трения внутри или ржавления снаружи. Водопроводная труба с запорной планкой, разработанная Мефаном Фергюсоном из Перта, Австралия, изготовлена из двух пластин одинаковой ширины, изогнутых в виде полукругов, которые на концах запрессованы в швеллеры из мягкой стали. Поскольку запорные планки и соединения расположены напротив друг друга, их соединения могут быть плотно закрыты с помощью простой машины, которая оказывает давление по прямой линии. Эта конструкция может использоваться не только для труб, но и для гидравлических цилиндров, воздухоприемников, грязевых и паровых барабанов, трубчатых котлов и корпусов котлов, где необходимо выдерживать высокое давление.

Паровой котел или другое судно, испытывающее серьезные внутренние деформации, лучше всего иметь сферическую форму, если особенно желательно равенство сопротивления. Обычно цилиндрическая форма гораздо удобнее, и никакой другой не придается простым паровым котлам или трубам водотрубных или жаротрубных котлов. Трубы сравнительно

узкие, легко изготавливаются без шва, так что они могут быть вполне безопасными, хотя и тонкими; большие котлы из пластин, склепанных вместе, должны быть изготовлены из толстого металла. Г-н Ф. Рело, выдающийся инженер, подсчитал, что если бы такие котлы можно было изготавливать из цельного куска металла по процессу Маннесмана, столь успешному в производстве труб, то экономия веса составила бы по крайней мере одну треть.





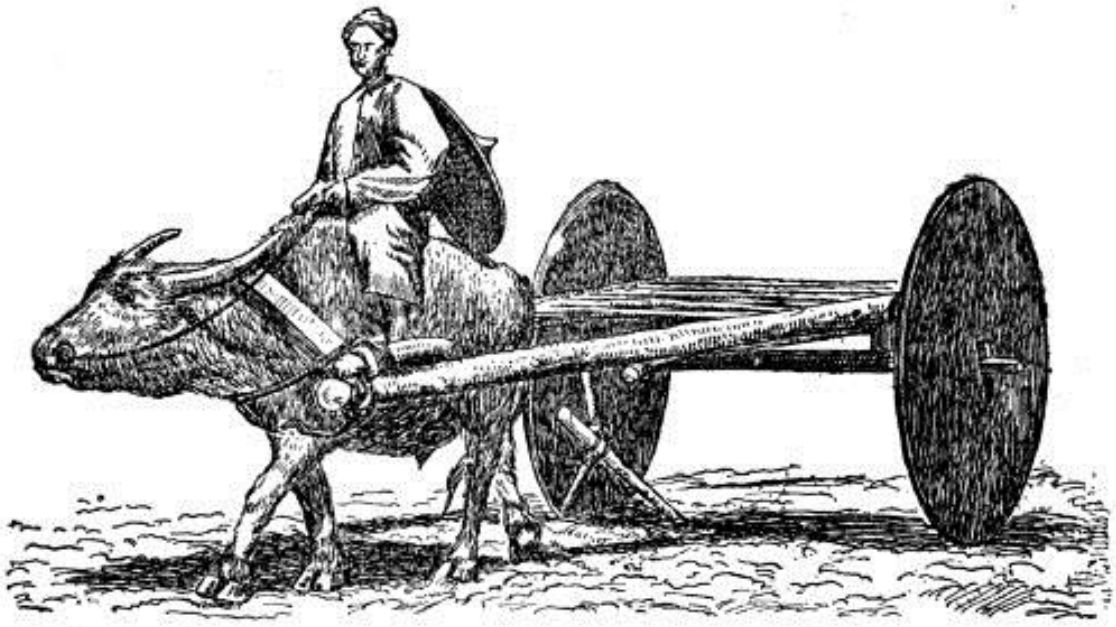
Пластины с отверстиями для рук.
Водотрубный котел Erie City.

В водотрубных котлах обращает на себя внимание выгодный отход от круглой формы в деталях их конструкции. Для того чтобы их трубки оставались прочными и чистыми, доступ к ним обеспечивается с помощью отверстий для рук, которые проделаны в передней и задней стенках котла. Обычно эти отверстия для рук и их крышки имеют круглую форму, что делает необходимым устанавливать крышку снаружи котла, где даже хорошее соединение, хорошо закрепленное, может протекать или разрушаться под давлением, которое имеет тенденцию раздвигать крышку и ее посадочное место. В котле Erie City крышки имеют эллиптическую форму; они легко пропускаются через отверстия для рук таким образом, чтобы располагаться не снаружи, а внутри котла, где давление пара делает их соединения еще более плотными. Еще одним преимуществом является то, что каждая эллиптическая пластина достаточно

велика, чтобы обеспечить доступ к двум трубкам вместо одной, уменьшая линии соединения, вдоль которых может произойти утечка.

Колеса.

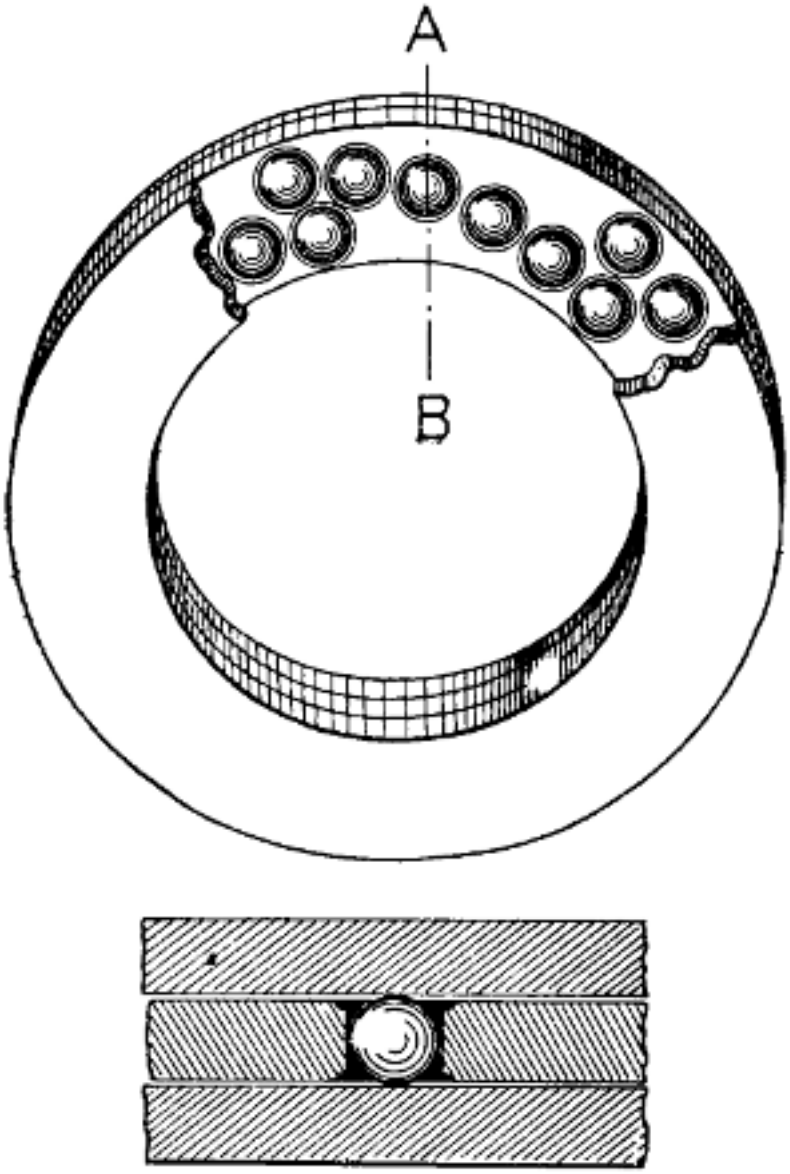
Это был памятный день, когда впервые под груз подсунули круглое бревно или палку, что облегчило его движение и привело к появлению колеса путем постепенных улучшений. Секция, отрезанная от конца круглого бревна, сегодня служит колесом для повозок, запряженных волами, в Китае и Индии. В своей самой грубой форме каток позволяет человеку тащить груз вместо того, чтобы нести его, и он легко может тащить гораздо больше, чем может унести. Колесники древности вскоре обнаружили, что колесо не обязательно должно быть цельным, что прочные спицы, прочный обод и металлическая шина воплощают в себе максимальную прочность и легкость. Роликовые и шарикоподшипники значительно расширяют преимущества простых колес; они уменьшают трение в лучших пишущих машинках, велосипедах и лифтах; в вагонах, колясках и автомобилях роликовые подшипники настолько полезны, что их использование должно быть универсальным. Примечательной эффективностью отличается подшипник Hyatt, сформированный путем намотки стальной полосы на спиральный ролик. Это устройство обладает гибкостью, которая позволяет ему приспосабливаться к неравномерностям движения гораздо лучше, чем сплошной цилиндр.



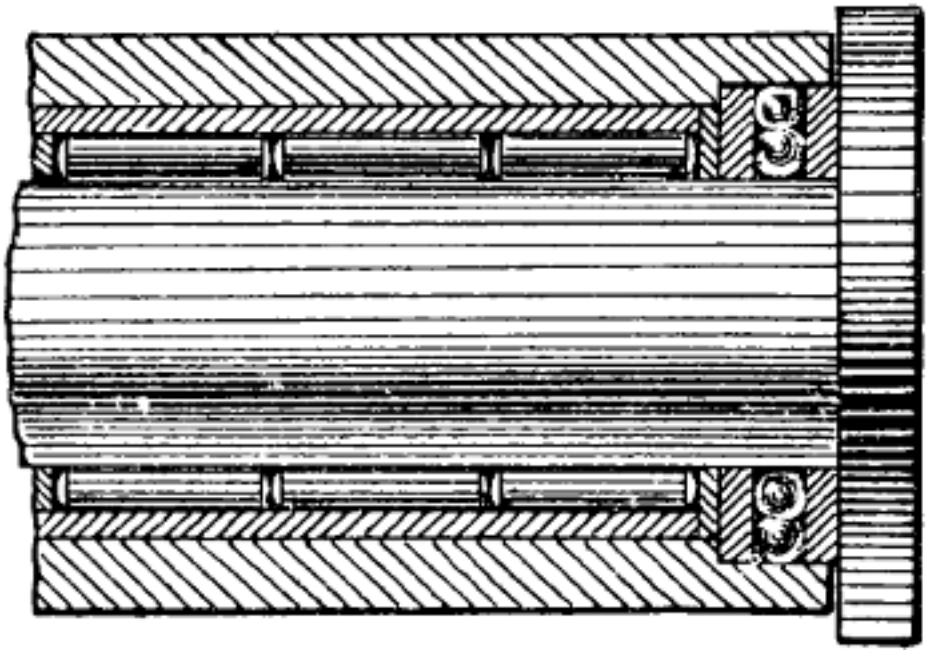
Повозка, запряженная волами, с прочными колесами.

В машиностроении колесо незаменимо. Рука выполняет свою работу главным образом при перемещении туда-сюда, например, при пилении и строгании. Станки превосходят ручной труд, двигаясь быстро и непрерывно по кругу: вместо утюга у нас есть качалка, доски строгаются вращающимися ножами, древесина разделяется циркулярными пилами, а паровая турбина вытесняет паровой двигатель, которому каждую минуту приходится сдерживать импульс огромных масс, совершающих возвратно-поступательное движение. Примечателен в этом отношении усовершенствованный пресс, который печатает газету из непрерывного рулона, в отличие от старой машины, которая требовала для каждого оттиска четкой серии перемещений взад-вперед. Аналогичной модели является ротационный печатный станок Harris для ручной печати. Он выдает 6500 листов в час, печатая по стереотипу или электротипу, изогнутому на цилиндре. Токарный станок, достаточно простой столетие назад, превратился в станки огромной сложности, мощности и разнообразия, и все

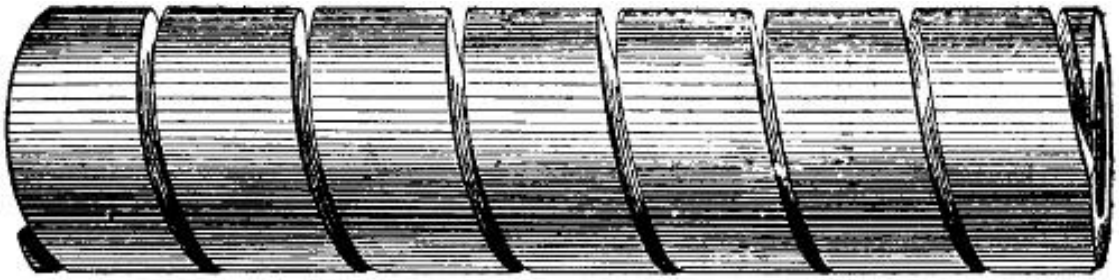
они имеют оригинальную поворотную оправку в качестве важнейшей характеристики. Фрезерные станки, неуклонно приобретающие все большее значение, используют вращающиеся фрезы, которые избавляют от ручного откалывания и опиливания, как в прежние времена.



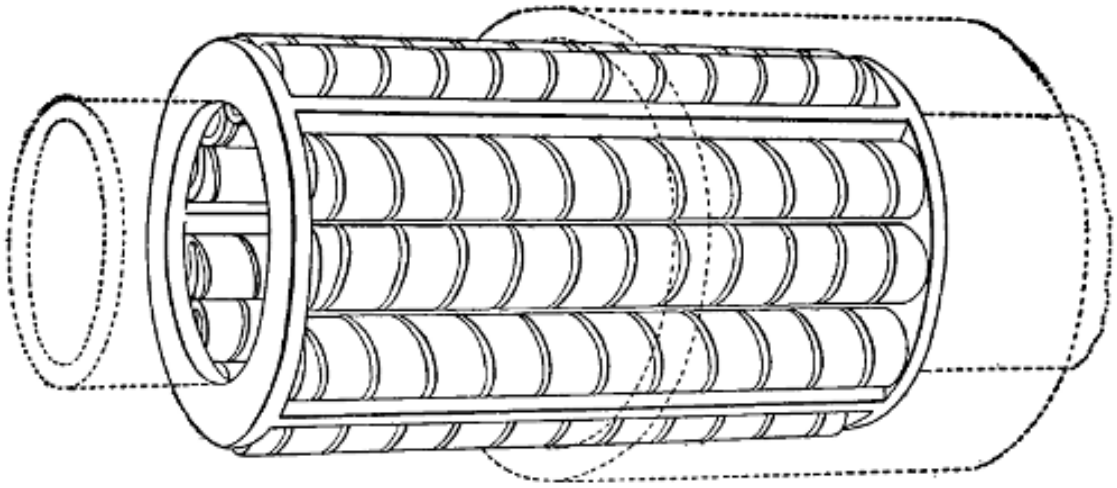
Секция—А В
Шариковый упорный подшипник качения.
Компания по производству шарикоподшипников, Филадельфия.



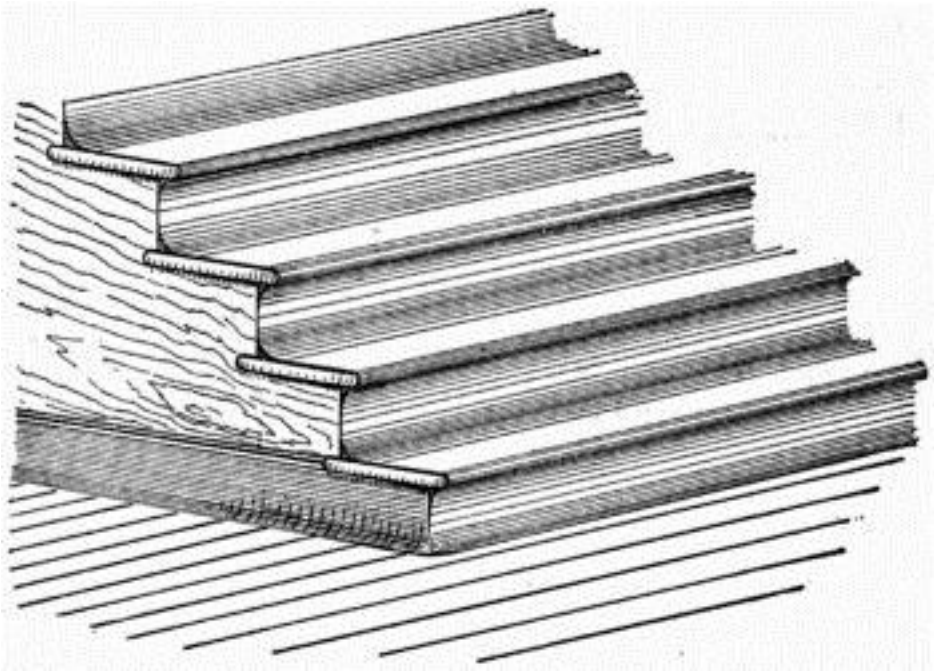
Жесткие подшипники для ведущих мостов автомобилей.
Компания Ball Bearing Co., Филадельфия.



Винтовой роликовый подшипник Hyatt.



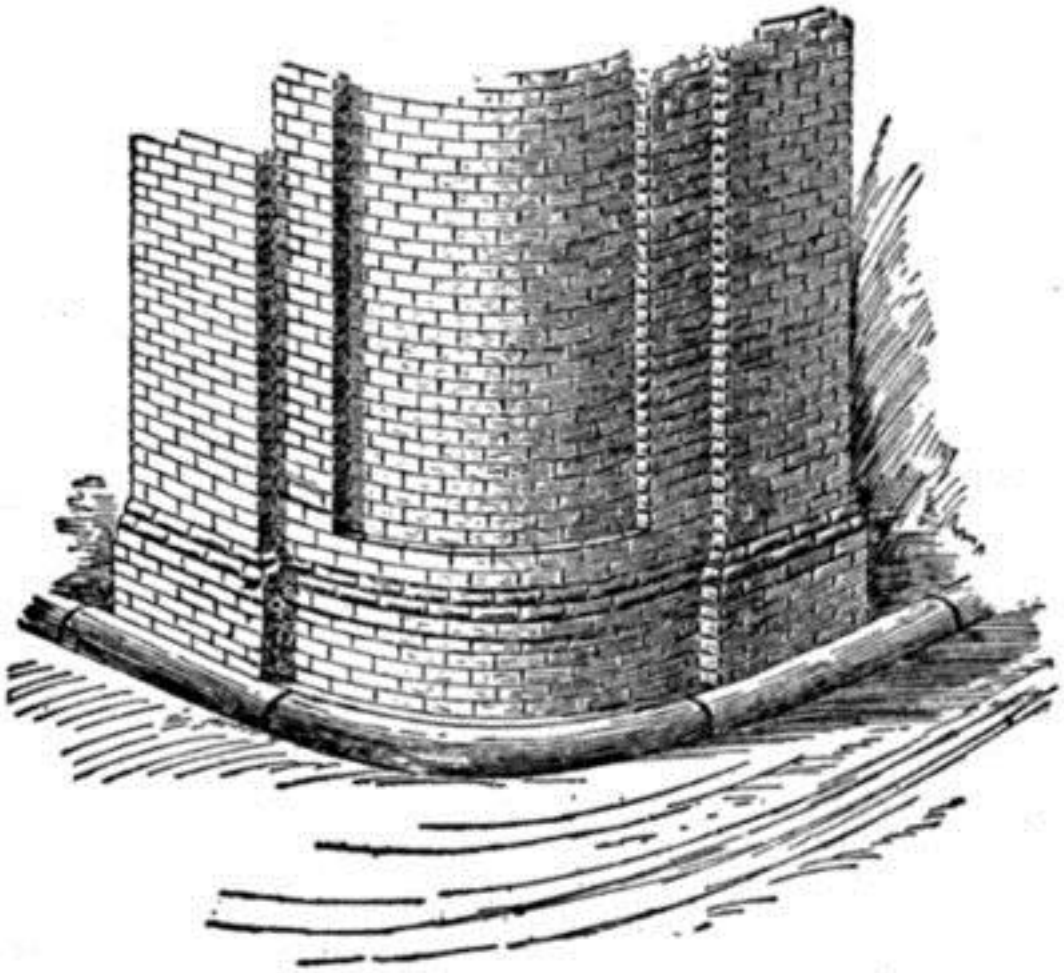
Ролики Hyatt, поддерживающие ось.



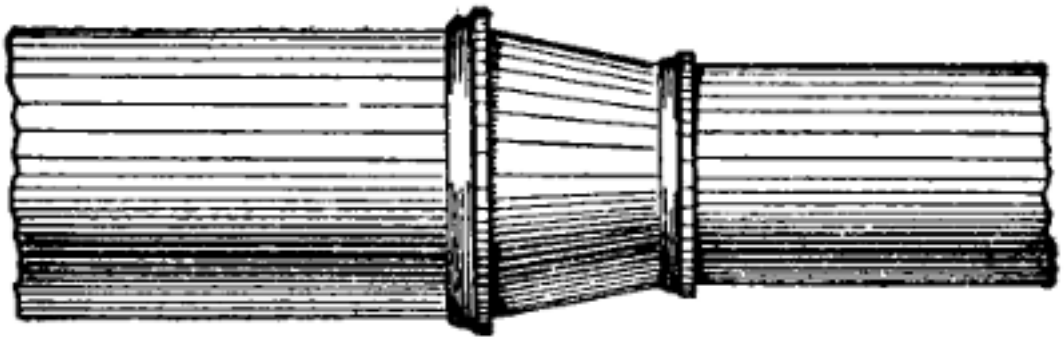
Ступени и подступенки соединены изгибами.

Углы заменены кривыми.

Дерево, как обычно обтесываемое, распиливаемое и строганное; кирпичи, как обычно формованные; камень в том виде, в каком он остается после обычного молотка, - все они имеют плоские стороны и квадратные края. Поэтому проще всего было построить стены и полы, которые сходятся под прямым углом, и оставить острые углы на наружных стенах, окнах, дверных проемах и дымоходах. Это меняется к лучшему; на лестницах доски, по которым мы ступаем, и те, что соединяют их вместе, теперь соединяются плавными изгибами; то же самое происходит и со стенами комнат, когда они достигают потолков и полов, что способствует легкости и тщательности подметания и уборки. Аналогичные изгибы наружных стен, дверных проемов и окон снижают вероятность нанесения травм. Колесо фургона легко выбивает куски из угла кирпичной кладки; оно не производит особого впечатления на кирпичи, отходящие от линии улицы широким изгибом, как в Мэдисон-сквер-Гарден, Нью-Йорк. Заводские дымоходы уже давно изготавливаются круглыми, а не квадратными; сегодня в лучших конструкциях воздуховоды, ведущие к дымоходу, также свободно изогнуты. В доменных печах это правило применяется для каждой части конструкции, обеспечивая увеличение прочности, уменьшая сопротивление потоку газов и, таким образом, значительно экономя топливо. При соединении водопроводных труб разного диаметра место соединения должно быть плавно изогнутым, в противном случае возникнут тормозящие завихрения, что приведет к потере большого количества энергии; такая же мера предосторожности рекомендуется при прокладке труб для подачи пара или газа. Колена труб для подачи газа, пара или воды создают минимально возможное трение при заданном максимально допустимом радиусе. Все различные детали тяжелых орудий изогнуты, поскольку любая острота угла в стыке создает опасность разрыва при огромных напряжениях при взрыве.



Угол Мэдисон-сквер-Гарден,
Мэдисон-авеню и 26-й улицы,
Нью-Йорк.



Две трубы с воронкообразным соединением.

Машины для тиснения и тиснения могут либо украшать лист почтовой бумаги, либо изготавливать ванночку из стального листа. Независимо от размера, у этих станков края матриц красиво закруглены, чтобы не порвать обрабатываемый материал. Для обеспечения максимальной прочности самих станков их контуры имеют широкие изгибы. В гидравлических прессах, подвергающихся значительно большим нагрузкам, такая же формовка обязательна, в противном случае цилиндр может внезапно разорваться с катастрофическими последствиями. Точно так же при изготовлении магнитов и электромагнитов их выводы хорошо закруглены для обеспечения максимально возможной однородности поля и рабочего эффекта.

При взгляде на военный корабль становится ясно, что он по-разному использует изгибы для защиты; чтобы отразить атакующий выстрел и снаряд, его броням приданы выпуклые линии, его башни имеют сферические контуры, а казематы повсюду выпуклые. Во многом по тому же принципу укрепления делаются бомбозащитными, или, скорее, сбрасывающими бомбы; в то время как надворные сооружения имеют такой наклон, что бомбы падают на расстояния, на которых они практически не причиняют вреда. Как на войне, так и в мирное время; есть преимущество в строительстве волнорезов с легким изгибом; придать их кладке и бревнам перпендикулярную поверхность означало бы нанести ущерб, в то время как плавный контур, подобный контуру пологого пляжа, замедляет наступающий волнорез и сдерживает его удары. При возведении маяков, способных выдержать основную тяжесть океанских штормов, очертания волнореза повторяются в максимально возможной степени. Однако часто основание, поддерживающее маяк, слишком мало по площади, чтобы такой контур был возможен.

ГЛАВА V
ФОРМА—*Продолжение*. КОРАБЛИ

Сопротивление судов изучается отдельно . . . Это приводит к улучшению формы либо с точки зрения скорости, либо с точки зрения грузоподъемности . . . Эксперименты с моделями в бассейнах . . . Корабль викингов, тысячелетней давности, замечательного дизайна . . . Клиперы и современные пароходы. Продуманный дизайн.

Формы кораблей, приспособленных к особым нагрузкам.

Придавая форму кораблю, проектировщик преследует тройную цель — прочность, грузоподъемность и скорость. Прочность зависит как от внутренней конструкции, так и от внешних стен; она обеспечивается балками, стойками и ребрами жесткости, которые мы уже рассматривали, так что здесь мы можем перейти к общей форме корпуса, которая определяет, какой объем груза может перевозить судно и, в определенной степени, насколько быстро оно может двигаться. Корабль - это превосходный пример формы, приспособленной для минимизации сопротивления движению; урок в этом отношении станет главной темой этой главы. До конца восемнадцатого века сопротивление движению корабля рассматривалось как единый, несложный элемент, достаточно явно меняющийся в зависимости от скорости и размеров судна. Именно Марк Бофой первым в 1793 году в Лондоне указал, что сопротивление судна состоит из двух различных компонентов; во-первых, трение корпуса или обшивки о воду, по которой движется судно, в зависимости от площади этой обшивки; во-вторых, сопротивление, обусловленное образованием волн по мере продвижения судна, в зависимости от скорости судна и формы его корпуса. С тех пор были обнаружены и другие сопротивления, но эти два являются наиболее важными из всех; каждое изменяется независимо от другого, как одно судно отличается от другого формой, или как на одном и том же корабле одна скорость сравнивается с другой. Возьмем простой случай: модель корабля определенной формы, с идеально чистой кожей, буксируют с различной скоростью и отмечают натяжение буксирного троса; затем ту же модель с огрубевшей кожей, покрытой морскими наростами, буксируют с той же скоростью, и наблюдается гораздо большее натяжение буксирного троса. Смоченная поверхность одинакова в двух сериях экспериментов, скорости везде совпадают, и увеличение сопротивления из-за придания поверхности шероховатости может означать только то, что

трение между водой и погруженной кожей увеличилось. Затем мы берем модель определенной формы и определенного размера и вторую модель, имеющую ту же площадь смоченной поверхности, но другой формы; мы буксируем обе модели с одинаковой скоростью, чтобы обнаружить, что для одной требуется значительно более сильное усилие, чем для другой. Это различие не может быть связано с сопротивлением поверхности трению, поскольку оно одинаково в обеих моделях, следовательно, оно должно быть связано с повышенным сопротивлением, оказываемым водой при ее отталкивании, сопротивлением, измеряемым по создаваемым волнам. Мистер Эдмунд Фруд, выдающийся английский авторитет, говорит:

“Для судна A типа океанского почтового парохода длиной 300 футов, шириной 31½ фута и водоизмещением 2634 тонны, идущего со скоростью 13 узлов в час, сопротивление обшивки составляет 5,8 тонны, а сопротивление волнению 3,2 тонны, что составляет в общей сложности 9 тонн. При скорости 14 узлов сопротивление обшивки увеличивается лишь незначительно, а именно на 6,6 тонны; в то время как сопротивление волнению увеличивается почти вдвое, а именно на 6,15 тонны. Отметьте, насколько велико по сравнению с сопротивлением обшивки волновое сопротивление при умеренной скорости в 14 узлов для судна такого размера и весом или водоизмещением 2634 тонны. В случае с другим кораблем B длиной 300 футов, шириной 46,3 фута и водоизмещением 3626 тонн — более широким и крупнее судна без параллельного среднего корпуса, но с постепенно набухающими тонкими линиями — волновое сопротивление гораздо более благоприятное.[4] На скорости 13 узлов сопротивление обшивки несколько больше, чем у другого корабля, и составляет 6,95 тонны против 5,8 тонны; в то время как сопротивление волне составляет всего 2,45 тонны против 3,2 тонны. На скорости 14 узлов этот более широкий корабль демонстрирует замечательный результат с его тонкими линиями, всеми входами и ходами и отсутствием параллельного среднего корпуса: —на скорости 14 узлов сопротивление обшивки составляет 8 тонн против 6,6 тонн на корабле A, в то время как сопротивление волне составляет всего 3,15 тонны по сравнению с 6,15 тоннами. Два сложенных вместе сопротивления составляют для B всего 11,15 тонны, в то время как для A, меньшего корабля, они составляют 12,75 тонны ”.

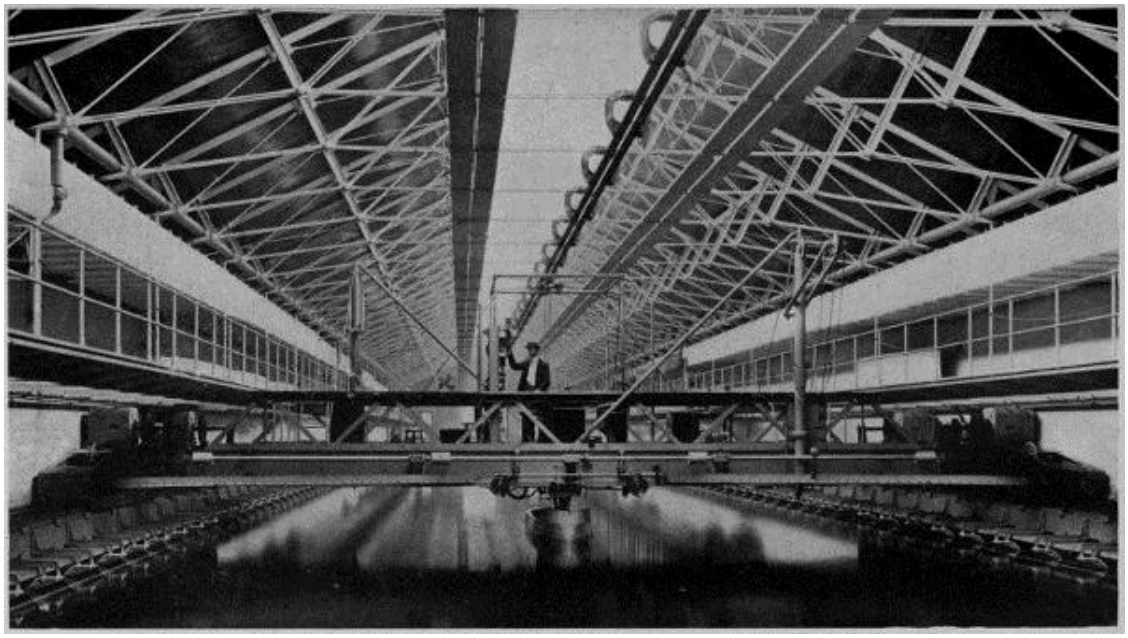
[4] Вход - это та часть судна в носовой части, где оно входит в воду и расширяется на всю ширину судна; проход - это кормовая часть, от которой судно начинает сужаться и расширяться к корме. Корабль может состоять только из входа и ходовой части; у него может быть среднее тело с параллельными сторонами между входом и ходовой частью. Такое среднее тело обсуждается лордом Кельвином в “Популярных лекциях и обращениях”, том. III, Навигация, стр. 492.

Экспериментальные бассейны.

Эти цифры показывают, что проектировщик должен иметь в виду скорость, с которой должно двигаться это судно; они доказывают, что он может выбрать одну форму, чтобы минимизировать трение, или другую форму, если он особенно хочет довести сопротивление созданию волн до минимально возможной точки. Формы этих двух видов легко изучаются, когда они представлены в моделях длиной от 12 до 20 футов, буксируемых через резервуары, построенные специально для этой цели. Эксперименты такого рода проводились еще в 1770 году в Парижской военной школе; методы, которые тогда были введены в действие и скопированы в Лондоне в Гренландских доках, были значительно усовершенствованы г-ном Уильямом Фраудом на танке, который он сконструировал в Торки, Англия, в 1870 году. Его

методы исследований, должным образом принятые британским адмиралтейством, а после его смерти продолженные его сыном, мистером Эдмундом Фрудом, открыли новую эру в проектировании кораблей. Сегодня в Европе и Америке насчитывается одиннадцать таких резервуаров, как у мистера Фруда, все они больше его и более сложны по своему устройству. В дополнение к изучению поведения различных по типу моделей, мистер Фруд разработал правила, которые существуют между характеристиками модели и корабля аналогичной формы; их он доказал в 1871 году, когда буксировал корабль Ее Величества Greyhound, и проверил свои оценки при буксировке его модели. Соответствующие правила, известные как правила механического подобия, подробно изложены профессором Сесилом Х. Пибоди в его книге “Военно-морская архитектура”, стр. 410. Хотя эксперименты становятся все более и более ценными по мере того, как одно усовершенствование следует за другим, всегда есть много полезного, что можно почерпнуть из реального поведения судна, когда оно прокладывает свой путь по каналу, мелководной реке или измученным штормами участкам моря.

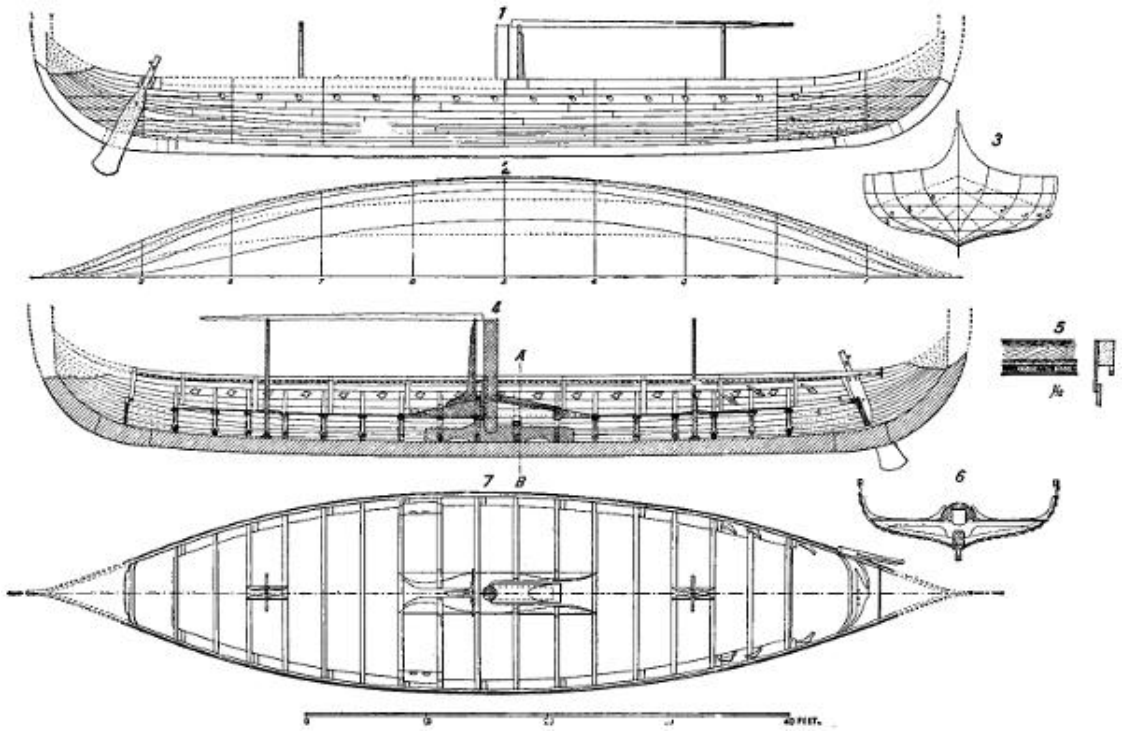
Экспериментальный танк ВМС США в Вашингтоне имеет длину 470 футов, ширину 44 и глубину 14½; он рассчитан на модели длиной 20 футов. Смотрите страницу напротив. Буксирная тележка представляет собой мост, перекинутый через резервуар прямо над водой; это стальная балка с заклепками. Массивный буксирный механизм приводится в движение четырьмя мощными электродвигателями. Двойной комплект тормозов плавно и бесшумно останавливает каретку на высокой скорости. Самодействующий регистратор измеряет как скорость, так и сопротивление. Судостроители могут располагать моделями, построенными ответственным бюро строительства и ремонта Военно-морского министерства Соединенных Штатов, и буксировать эти модели с любой желаемой скоростью, оплачивая простые затраты.



МОДЕЛЬНЫЙ БАССЕЙН, ВОЕННО-МОРСКАЯ ВЕРФЬ США, ВАШИНГТОН, округ КОЛУМБИЯ

Именно в 1880 году уроки буксирных экспериментов с моделями начали применяться на практике. В результате формы пароходов были значительно усовершенствованы. Первоначально их обводы были заимствованы у парусных судов, но по мере увеличения габаритов и скорости стало ясно, что пароходам требуются совершенно другие обводы. Эти черты, к счастью, могут быть четко раскрыты в экспериментах с моделью, потому что пароход обычно ходит на ровном киле, в таком положении модель легко проходит через резервуар.

Парусное судно, напротив, почти всегда кренится под действием ветра, так что оно редко идет ровным килем; следовательно, эксперименты с танкерами мало помогают улучшить его обводы. Даже если бы модель наклонялась под разными углами в ходе одного испытания за другим, паруса должны были быть опущены, поскольку они оказывают влияние на рулевое управление, часто чрезмерное.



1. Правый борт. 2. Горизонтальные секции. 3. Вертикальные секции. 4. Центральная продольная секция. 5. Часть кита внутри, с бортиком спереди и в разрезе. 6. *Разрез сверху*. 7. Вид с высоты птичьего полета.

КОРАБЛЬ ВИКИНГОВ.

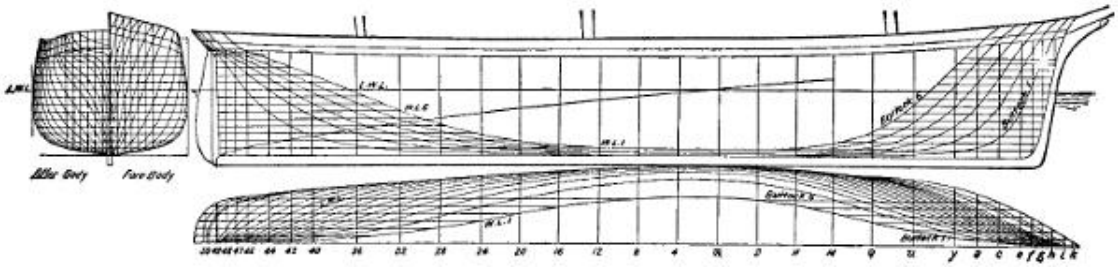
Увеличенная иллюстрация (155 кБ)

Кораблю викингов тысяча лет.

Тысячу лет назад норвежские викинги бороздили моря на лодках, формой которых восхищаются и по сей день. Для этих отважных искателей приключений быстрота и мореходные качества значили не что иное, как жизнь и победу, их глаза волей-неволей стремились заметить, какое судно быстрее всего скользит по воде, какие новые изгибы удерживают волны от набегания на борт. Возможно, совершенствуя киль и ребра, они извлекли золотистые оттенки из форм чаек и рыб. Конечно, задолго до того, как появились мечты о науке, они должны были работать по эмпирическому правилу, но большой палец был соединен с мозгом, что делало честь человеческой природе. На странице 56 изображен корабль викингов, обнаруженный в начале 1880 года в Годстаде, недалеко от Сандефьорда в Норвегии, в кургане, где, согласно традиции, был похоронен король и его сокровища. Это самый полный и лучше всего сохранившийся сосуд древней эпохи из всех существующих. Он полностью описан и изображен в “Корабле викингов” г-на Н. Николайсена, работе, опубликованной в 1882 году г-ном Альбертом Каммермейером из Христиании. Г-н Николайсен считает, что судно было построено около 900 года нашей эры для использования на войне великим вождем, могилой которого оно стало. Корабль имел 65 футов 10 дюймов в длину по килю; с предельной длиной на всем протяжении 78 футов 1

дюйм; в средней части он составлял 16 футов 9 дюймов; его глубина в средней части от верха фальшбортов до киля составляла 3 фута 11¼,, дюйма. Материалом для всего судна служила сосна. Руль, доска в форме широкого весла, крепился к борту судна. Судя по количеству весел и щитов, экипаж этого корабля, должно быть, состоял из шестидесяти четырех человек, кроме них были рулевой, вождь и, вероятно, еще несколько его спутников, итого, по всей вероятности, на нем должно было находиться семьдесят человек. Говорит г-н Николайсен: “По мнению экспертов, это должно считаться шедевром в своем роде, которого не превзойдет ничто из того, что могло бы создать судостроительное ремесло нынешнего века. Несомненно, в соответствии с нашими нынешними представлениями, это скорее лодка, чем корабль; тем не менее, в ее симметричных пропорциях и выдающейся красоте линий проявляется совершенство, которого не удавалось достичь до тех пор, пока после долгого и унылого периода неуклюжей бесформенности оно вновь не возродилось на кораблях девятнадцатого века, построенных на базе клиперов ”.[5]

[5] Подробное описание корабля викингов приведено в “Трудах Института военно-морских архитекторов”. (Лондон), Том. XII, стр. 298.



КЛИПЕР “МОЛОДАЯ АМЕРИКА”.
Длина палубы 235 футов. Литой брус 40 футов 2 дюйма. Глубина трюма 25 футов 9 дюймов. Водоизмещение 2900 тонн.

Увеличенная иллюстрация (85 кБ)

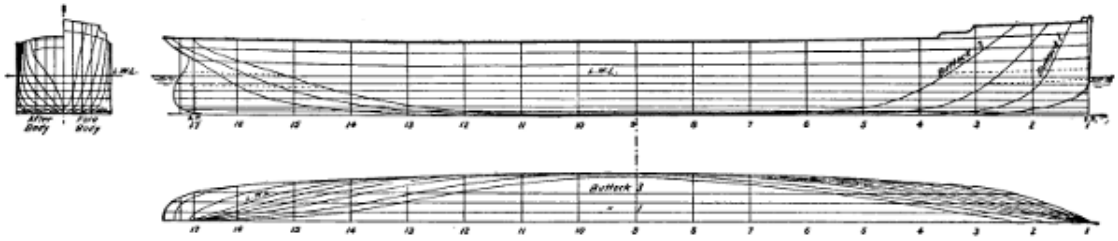
Клиперы и современные пароходы.

Тридцать-шестьдесят лет назад большая часть мировой торговли осуществлялась клиперами. По всей вероятности, самые качественные обводы, когда-либо применявшиеся к судну такого типа, были продемонстрированы на "Молодой Америке", описанной на странице 58, построенной в 1853 году для торговли Калифорнии и Ост-Индии. Однажды она пробежала от Нью-Йорка до Сан-Франциско за 103 дня, а от Сан-Франциско до Нью-Йорка - за 63 дня, рекорды, которые никогда не были превзойдены. Длина его палубы составляла 235 футов; глубина трюма - 25 футов 9 дюймов; литая балка - 40 футов 2 дюйма; водоизмещение - 2713 тонн. Наиболее примечательными линиями в ее дизайне являются диагонали и ягодицы, а также легкий вход и бег. Большинство клиперов были более полными вперед, чем в корму; это имело два преимущества: во-первых, когда носовые грузы, якоря и тому подобное, имели тенденцию к чрезмерному оседанию носом, было полезно увеличить плавучесть вперед; во-вторых, эксперименты по буксировке доказывают, что форма, немного более полная вперед, чем в корму, оказывает меньшее сопротивление, чем обратная. К такой форме пришли дизайнеры старого времени, несомненно, в результате множества изощренных экспериментов.

На заре существования пароходов были в моде полые или несколько вогнутые вперед ватерлинии. Эксперименты с моделями показали, что для лодок настолько полных в сечении, что они почти квадратные, лучше всего иметь прямые или почти такие передние

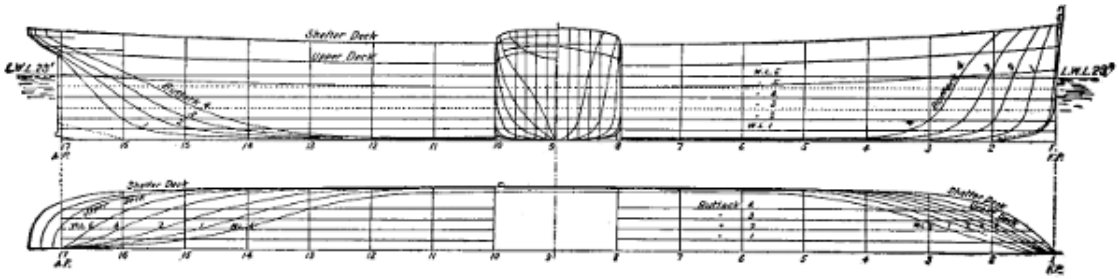
обводы. Недавно было показано, что на высоких скоростях при почти полукруглом сечении миделя сопротивление немного уменьшается за счет очень небольшого углубления ватерлиний вперед.

Если пароход должен развивать максимальную скорость, как кайзер Вильгельм II, описанный на странице 60, его конструкция будет сильно отличаться от конструкции судна, которое должно перевозить как можно больше груза на умеренной или низкой скорости, как в случае с пароходом, описанным на странице 61. Размеры "Кайзера Вильгельма II" таковы: общая длина — 706½ feet; beam, 72 feet; depth, 29 feet, 6¼4дюйма; водоизмещение - 29 000 тонн; скорость - 231/2..... Когда мы сравниваем детали формы с общими характеристиками нашего грузовоза, стр. 61, мы наблюдаем на этом грузовом судне полную форму его ватерлиний, его почти прямой и тупой вход в носовую часть; мы также замечаем, что нижняя часть носа была срезана, чтобы избежать изменения изгиба, что создало бы водоворот с последующим увеличением сопротивления. Далее мы можем отметить прямоугольность средней части корабля, что означает максимальную грузоподъемность, вместе с длинным параллельным средним корпусом, которому вода оказывает незначительное сопротивление, заканчивающимся на корме ягодицами, а ватерлинии быстро поворачиваются. Это двухвинтовое судно: длина 358 футов 2 дюйма; ширина 46 футов; осадка 23 фута; глубина от палубы укрытия 34 фута 8 дюймов; водоизмещение 8 270 тонн; скорость от 9 до 10 узлов.



ПАРОХОД "КАЙЗЕР ВИЛЬГЕЛЬМ II".
Общая длина 706 футов 8 дюймов. Ширина 72 фута. Осадка 29 футов 6,3 дюйма. Водоизмещение 29 000 тонн. Указанная мощность в лошадиных силах 38 000. Скорость 23,5 узла.

Увеличенная иллюстрация (60 кБ)



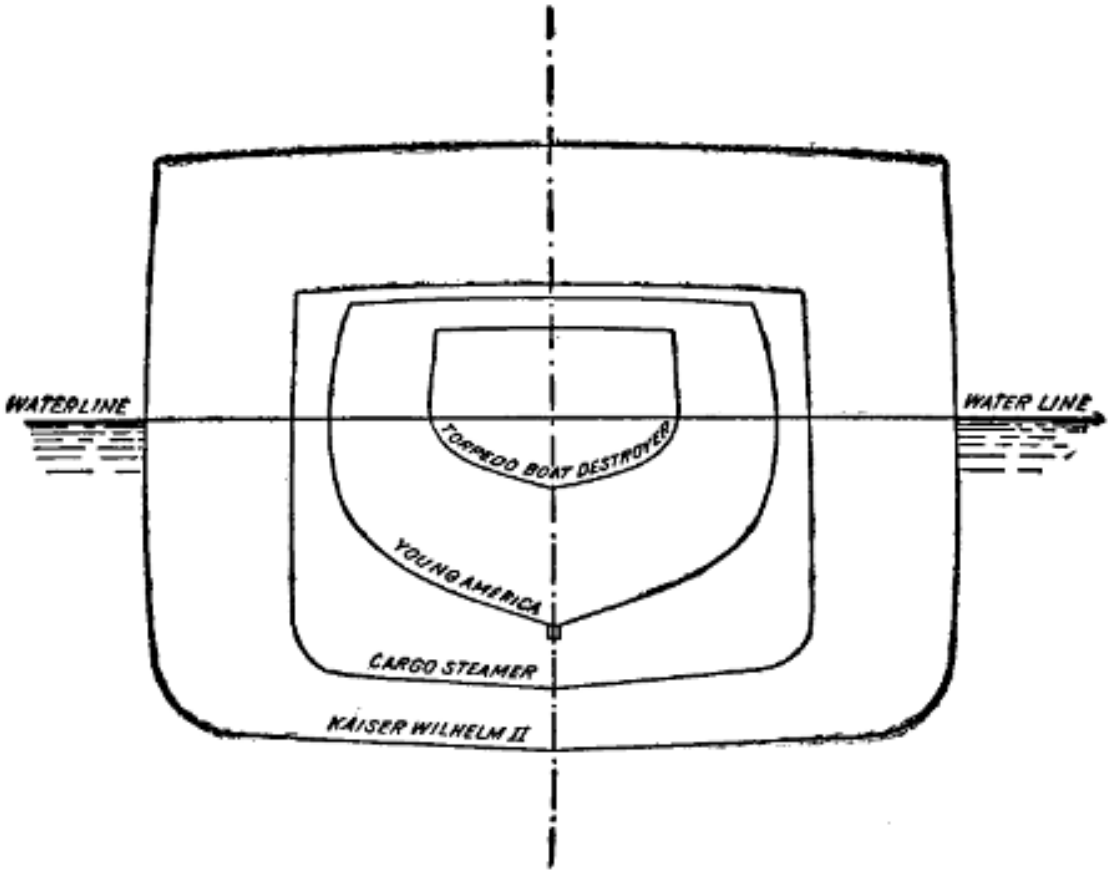
ДВУХВИНТОВОЙ ГРУЗОВОЙ ПАРОХОД.
Длина 358 футов. Ширина 46 футов. Осадка 23 фута. Водоизмещение 8270 тонн.

Увеличенная иллюстрация (61 кБ)

ЭСКАДРЕННЫЙ МИНОНОСЕЦ США.
Общая длина 246 футов. Ширина 22 фута 3 дюйма. Водоизмещение 489 тонн.
Скорость 30 узлов.

Увеличенная иллюстрация (34 кБ)

Перед хорошим проектировщиком стоит простая задача - нарисовать линии для грузового судна, на котором вес корпуса, оборудования и угля может составлять всего 40%. от водоизмещения остается 60%. для увеличения места. Сравните это с Atlantic flyer, где только 5%. может остаться для груза. Здесь перед конструктором действительно стоят сложные проблемы, и главный выход из них - увеличить свой корабль настолько, насколько он осмелится, ибо чем больше его судно, при неизменных его форме и скорости, тем меньше будет его сопротивление по сравнению с водоизмещением. Но для увеличения размера существуют жесткие границы; во-первых, те, которые накладываются мелководностью каналов и гаваней; в то время как глубина судна, таким образом, ограничена, его длина может быть несколько увеличена с безопасностью и выгодой; для увеличения ширины существуют четкие и умеренные пределы, преодоление их означает, что судно будет следовать волнообразному контуру бурного моря так близко, что будет иметь быстрое, рывковатое и опасное движение.



Поперечные сечения судов

Расчет при проектировании судна.

Проектирование судна в этом случае, как и в любом другом, явно является вопросом компромисса, поиском оптимального решения путем балансирования требований к безопасности, прочности, скорости, вместимости, удобству использования, хорошему поведению на море, чтобы каждый вложенный доллар в долгосрочной перспективе приносил максимально возможную отдачу. Прекрасными примерами продуманного дизайна являются лучшие пассажирские пароходы, курсирующие между Европой и Нью-Йорком. Обычно их средняя часть подобна секции грузового судна, но по особой причине. Внутри стенок грузового судна должно быть создано максимально возможное поперечное сечение; так, чтобы форма была коробчатой; на высокоскоростном пассажирском судне форма также квадратная, потому что гавани неглубокие; будь они менее мелкими, проектировщик выбрал бы среднюю часть судна, несколько полукруглую по контуру. Если бы наши гавани были углублены, легкие секции первых трансатлантических пароходов можно было бы повторить в их гигантских преемниках наших дней, с увеличенной скоростью для каждой используемой лошадиной силы.

Что может сделать конструктор, когда его целью является быстрота в ущерб всем остальным соображениям, показано в описании эскадренного миноносца, стр. 62. Его общая длина составляет 246 футов; длина на уровне воды 240 футов 10 дюймов; ширина 22 фута 3 дюйма; средняя осадка 6 футов 1½ дюйма; водоизмещение 489 тонн; скорость 30 узлов. Интересно сравнить на странице 63 поперечное сечение средней части этого судна с аналогичными линиями трех других типичных судов, описанных в этой главе.[6]

[6] Написанием этих страниц о формах кораблей я в большом долгу перед мистером Гарольдом А. Эвереттом, преподавателем военно-морской архитектуры Массачусетского технологического института, Бостон.

Г. И.

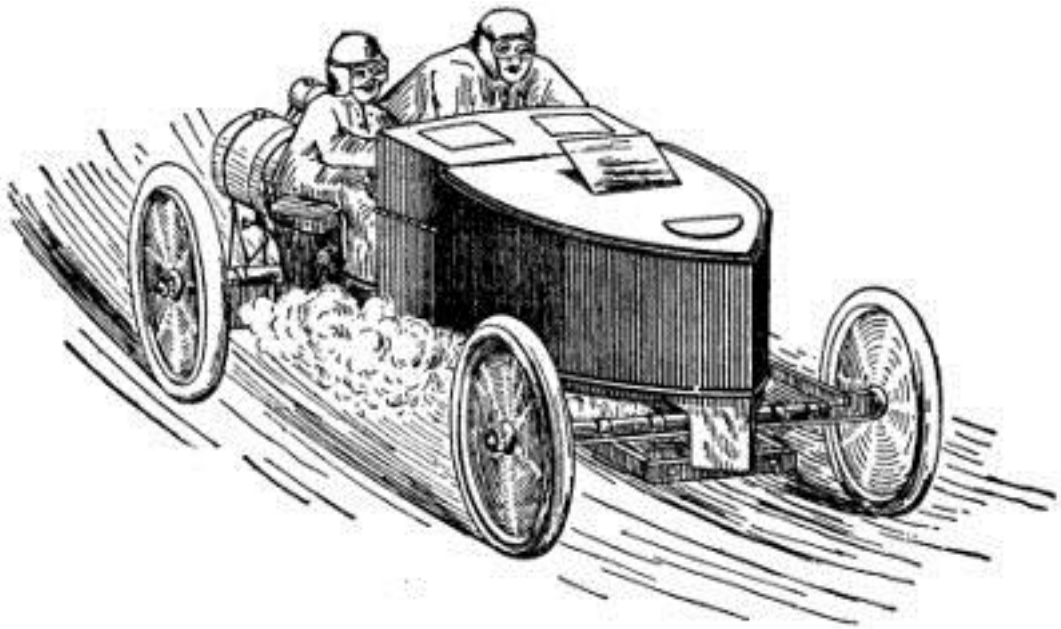
ГЛАВА VI
ФОРМА—*Продолжение*. ФОРМЫ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЮ

Кадр сформирован для быстрого перемещения по воздуху . . Железнодорожные поезда и автомобили несколько схожей формы . . . Зубчатые колеса, конвейеры, пропеллеры и турбины изогнуты таким образом, чтобы двигаться с максимальной свободой.

Снаряды и транспортные средства аналогичного образца.

В то время как корабли являются гораздо более крупными конструкциями, построенными для движения, и поэтому сталкиваются с сопротивлениями, которые проектировщик должен уменьшить, насколько это возможно, другие движущиеся тела, небольшие по сравнению с кораблями, сталкиваются с сопротивлениями настолько сильными, что для их уменьшения требуется высочайшее мастерство и самое тщательное изучение. Снарядам придается скорость, значительно превышающая скорость кораблей. Пуля, вылетающая из дула ружья со скоростью 3410 футов в секунду, как в Сэнди-Хуке в январе 1906 года, испытывает большое атмосферное сопротивление, частично преодолеваемое выстрелом, имеющим

сужающуюся или коноидальную форму. Индейцы давным-давно втыкали перья в стрелы наискось, чтобы полет оставался верным цели, придавая древкам спиралевидное движение; сопутствующим преимуществом было удлинение полета. Тот же принцип проявляется при нарезке, то есть при нарезании спиральных канавок в стволах большого и малого огнестрельного оружия, когда снаряд получает вращательное движение через свое основание, тонкий выступающий диск из мягкого металла, вдавливаемый в канавки взрывчатым веществом. Сначала канавки в огнестрельном оружии были прямыми, чтобы предотвратить обрастание; спиральные канавки были введены Костером из Бирмингема около 1620 года. Француз Дельвинь изобрел удлиненную пулю, более узкую, чем канал ствола, чтобы свободно входить внутрь, под давлением выстрела она полностью заполняла канал ствола, вращаясь с большой скоростью по мере продвижения вперед.

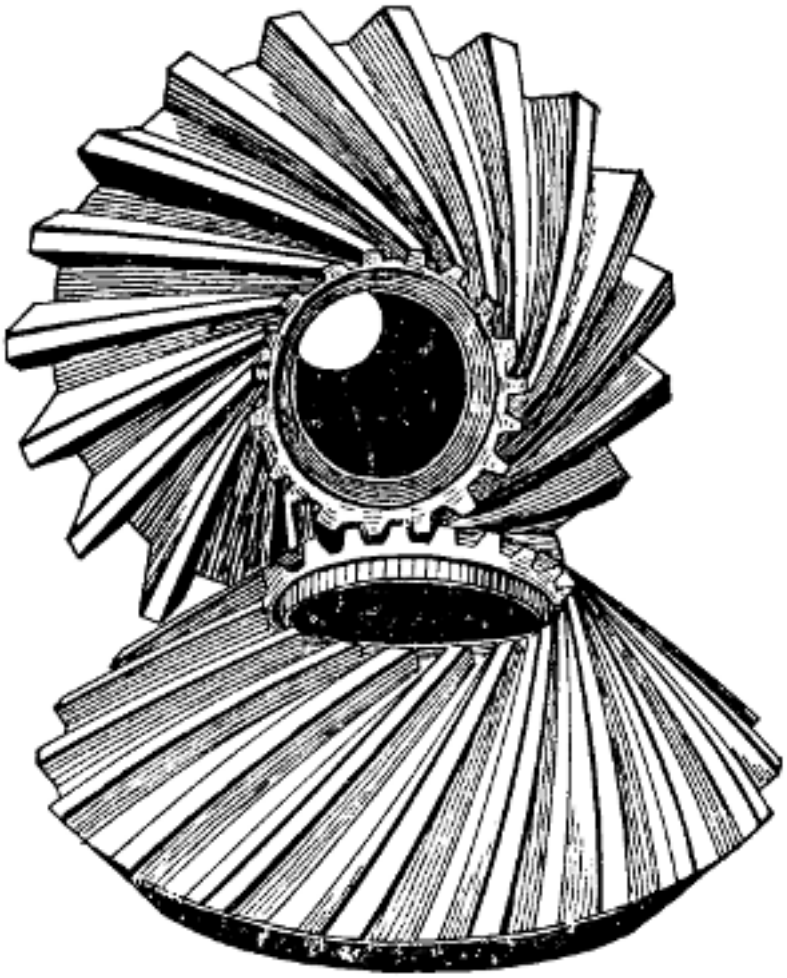


Гоночный автомобиль. Клиновидные передние колеса без спиц.

Теперь, когда скорости на железных дорогах приближаются к скоростям снарядов, очертания поездов напоминают очертания пуль и гильз. В ходе экспериментов с очень быстрыми поездами в Цоссене, Германия, в октябре 1903 года, каждый вагон имел параболоидальную переднюю часть, что значительно уменьшало сопротивление воздуха. Гоночные автомобили обычно заключены в заостренную оболочку, которая рассекает воздух наподобие клина; их колеса тоже опираются не на спицы, а на диски, не имеющие выступов. Поскольку использование электрической тяги в междугородных перевозках становится все более и более быстрым, автомобили, несомненно, будут иметь такую форму, чтобы уменьшить атмосферное сопротивление. Особенно это желательно в туннелях, таких как Нью-Йоркское метро, где сопротивление чрезвычайно велико по той же причине, по которой лодку в канале спустить труднее, чем в воде, как широкой, так и глубокой. Как и при проектировании судов, наибольшая экономия достигается при заточке передней и задней частей автомобиля или поезда; трение по бокам нельзя значительно уменьшить, за исключением, в случае поезда, соединения каждого вагона с соседним вестибюлем, таким как у Pullman Company.

Электрическая тяга усиливается на колее, имеющей в некоторых местах определенный наклон. На линии монорельса между Ливерпулем и Манчестером падение линии вниз на

каждом терминале ускоряет отправление, а при прибытии помогает тормозам, проверяя скорость на повышенном уровне. При быстром движении обычных машин сопротивление воздуха является источником значительных потерь. Заключив тяжелый маховик в листовое железо, чтобы обеспечить гладкую поверхность для атмосферы, М. Инглисс сэкономил 4,8%. энергии двигателя мощностью 630 лошадиных сил.

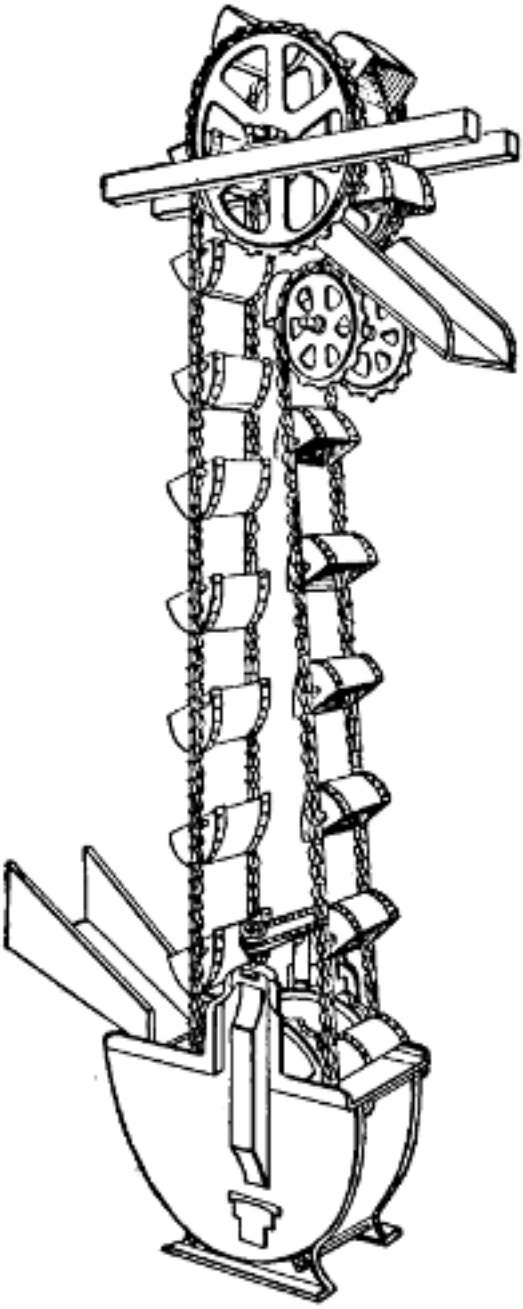


Косозубая передача Bilgram.

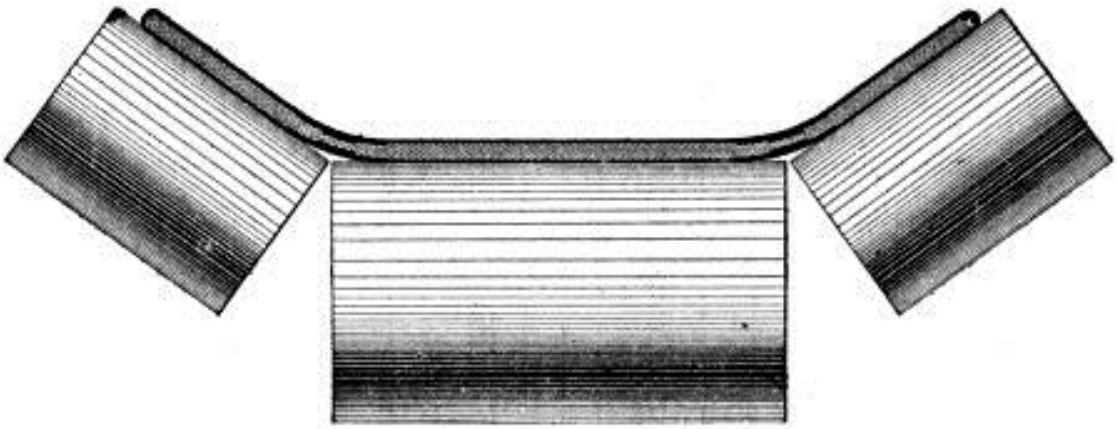
Передача: Конвейеры.

В простейших машинах движение может передаваться контактирующими колесами, покрытыми клейкой кожей, резиной или тканью. Однако обычно используются зубья; по мере износа они допускают небольшой люфт, небольшую разболтанность, которые полностью исключают контакт с колесами. Дополнительное преимущество зубчатых колес заключается в том, что они не скользят, их движение является положительным. Наилучшая форма зубьев связана с хорошими вопросами геометрии. Они всегда должны давить друг на друга и никогда не перетирать друг друга, а также перемещаться с минимально возможным трением. В некоторых хитроумных конструкциях зубья любого конкретного колеса из серии будут переплетаться с зубьями любого другого колеса, независимо от того, насколько оно больше или меньше. Конические шестерни, вырезанные мистером Хьюго Билгрэмом из Филадельфии, вращаются практически без трения, хотя в некоторых колесах зубья идут косо или представляют собой участки конусов, которые не сходятся на своих вершинах. Зуборез Bilgram и зубоформовочный станок Fellows, который изготавливает простые зубчатые колеса, выполняют возвратно-поступательное строгание. Обычные зубчатые колеса

нарезаются на фрезерных станках вращающимися фрезами или могут быть изготовлены на прессе Bliss без обрезки исходных волокон. Важность точных и простых в управлении механизмов неуклонно возрастает; они, например, применяются к паровым турбинам, скорость вращения которых должна быть уменьшена при приведении в действие обычных машин. Автомобили и велосипеды также требуют, чтобы понижающая передача работала с максимальной свободой.



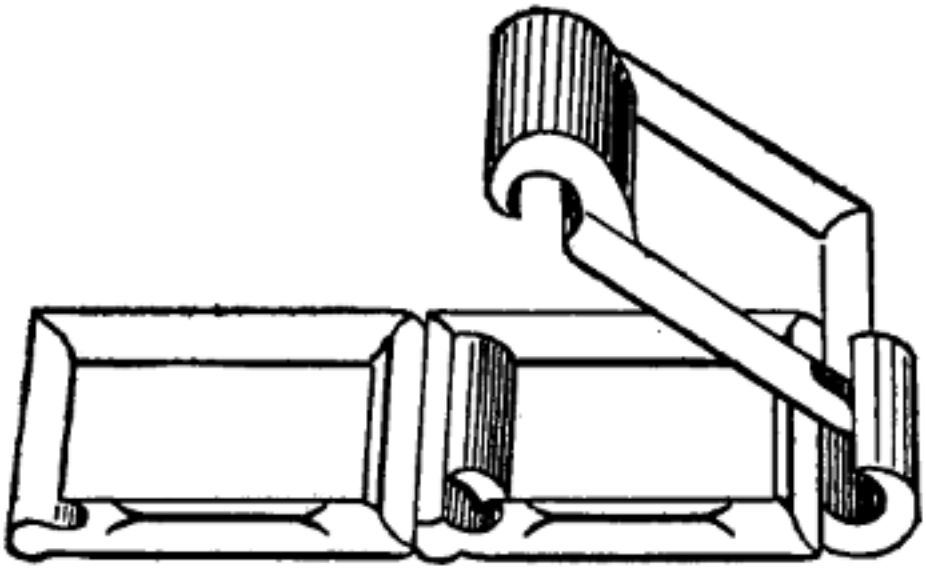
Зерновой элеватор.



Робинзоны транспортируют резиновую ленту, перемещаемую на роликах.

Элеватор, изобретенный много лет назад, является прародителем многослойных конвейеров для угля, извести, руды или чего-либо еще. Их приемники имеют звенья такой формы, что они тянутся на сотни футов в виде непрерывных лент. Соединительный ремень может состоять из съемных секций, которые крепятся друг к другу на надежных шарнирах, обеспечивающих свободное перемещение.

The *Augustin B. Wolvin*, типичный рудовоз на великих озерах, имеет глубину 56 футов; его трюм изогнут, чтобы ковш в форме моллюска мог захватывать десять тонн руды при каждом погружении. Вполне вероятно, что в недалеком будущем для скоростного транспорта в городах будут использоваться непрерывно движущиеся платформы, точно так же, как конвейеры и системы телферирования заменяют прерывистые перевозки зерна, угля, хлопка, руды и тяжеловесных товаров.



Съемный звеньевой ремень Ewart.

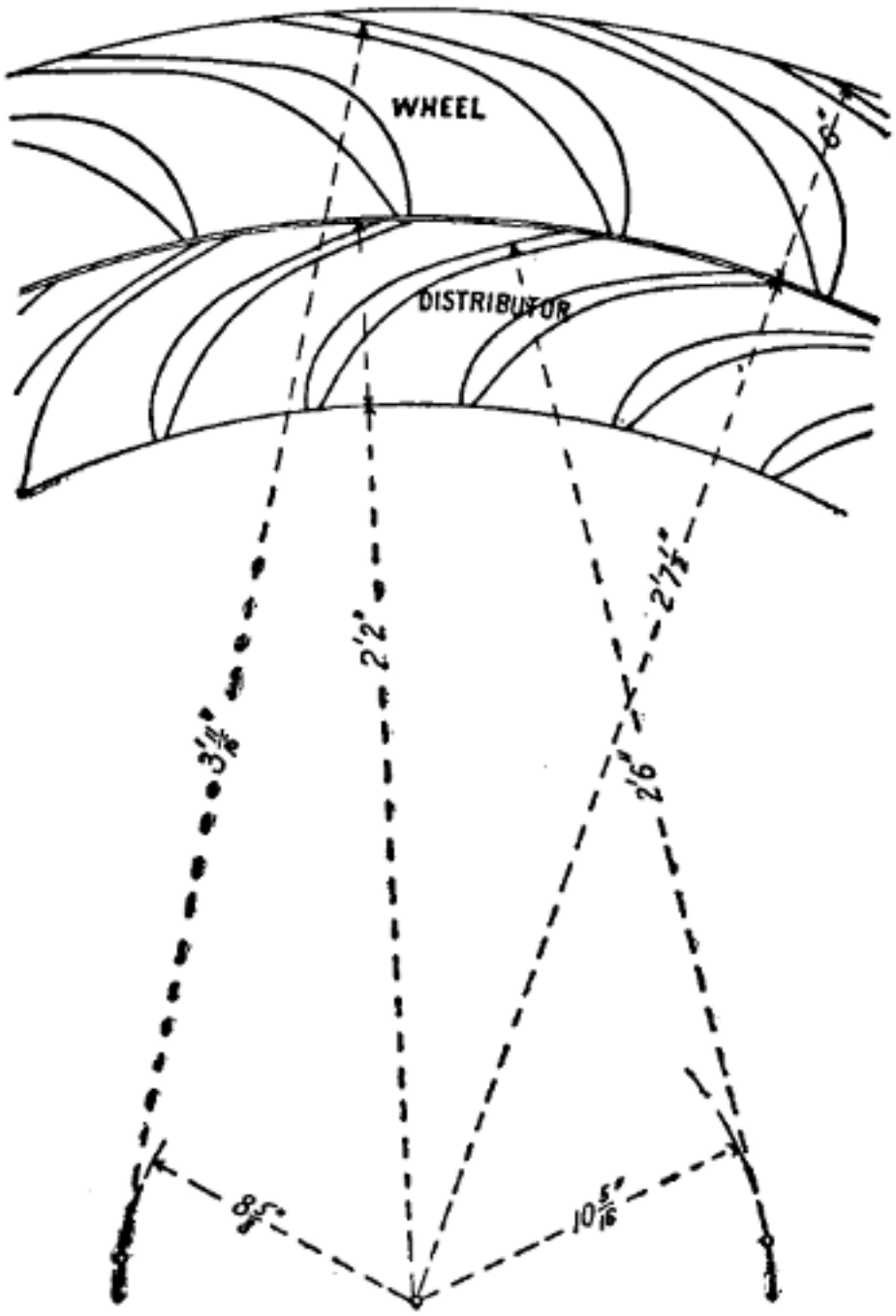
Пропеллеры.

Винт, наклонная плоскость, намотанная вокруг оси, образует гребной винт для пароходов и многих других судов. Ведется много споров относительно принципов, которые должны определять его наилучшие обводы. Очевидно, что здесь находится область, которая

сторицей вознаградит за тщательное исследование. Мощность, затрачиваемая на пароходы, быстрые или медленные, огромна; любое заметное улучшение контура винтов будет означать либо экономию топлива, либо увеличение скорости. Не менее важным, чем водная тяга, является приведение в движение воздуха. В доменных печах огромные объемы воздуха нагнетаются под высоким давлением в топливо и руду: вентиляторы тщательно формуются в виде шнеков, любое отклонение от оптимальных изгибов влечет за собой серьезные потери. Вентиляторы для менее важных служб редко формируются с особой тщательностью и обычно тратят много энергии впустую.

Турбины.

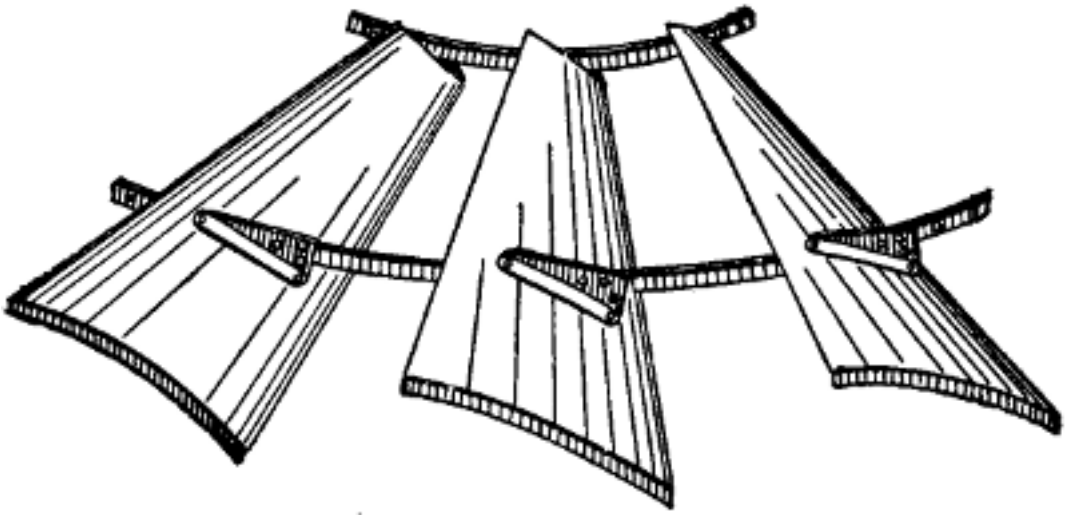
В родстве с винтами находятся турбинные колеса, которые являются наиболее эффективными из водяных двигателей. Форма их лопастей в виде спиралей сводит к минимуму потерю энергии при ударе при поступлении воды и максимально снижает скорость потока, когда он покидает колесо. Теперь, когда паровые турбины пользуются успехом как на суше, так и на море, чрезвычайно тонкая обработка их лопастей является важной проблемой инженера. Совершенная форма означает высочайшую экономию.



Кривые турбин.
Niagara Power Co.

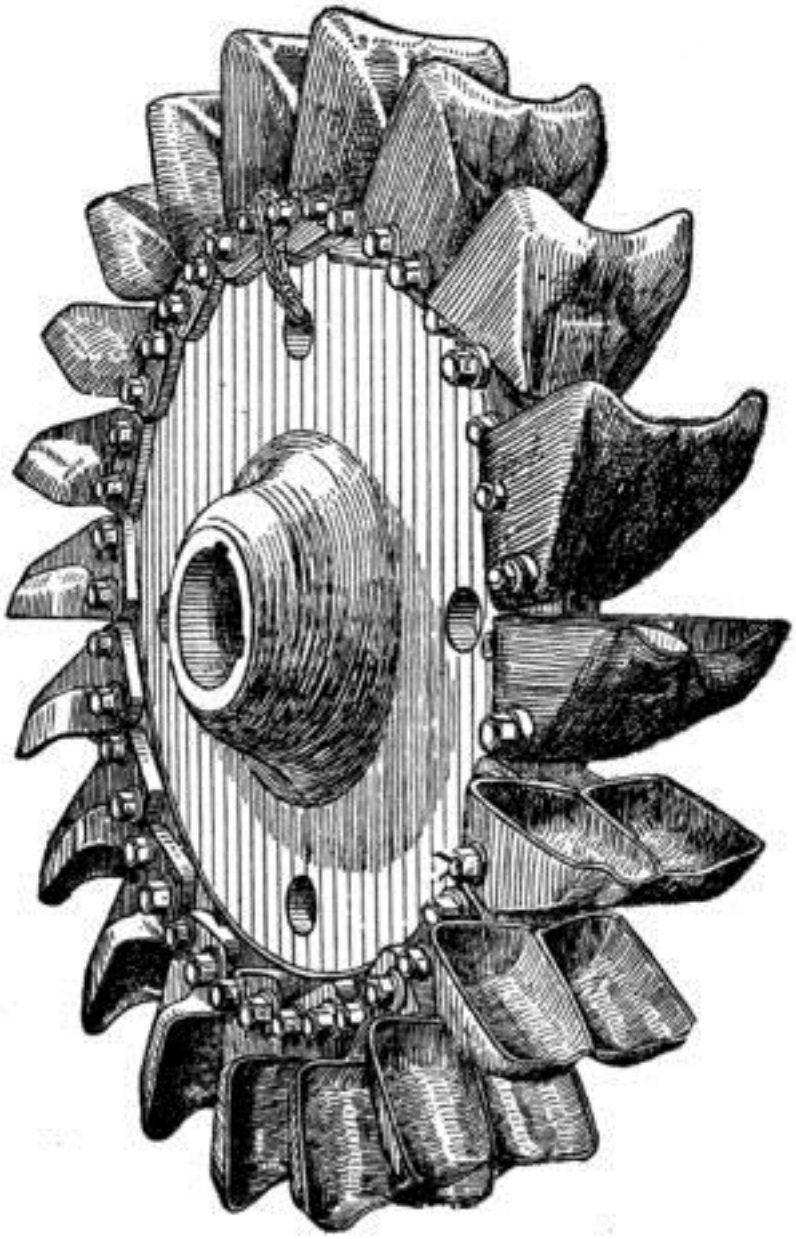
Интересно отметить, что каждый из винтовых пропеллеров, вентилятор и турбинное колесо привели к обратному изобретению. Мистер Эдвин Рейнольдс из Милуоки изобрел высокоэффективный винтовой насос с низким напором. Вентилятор уже давно имеет своего аналога в ветряной мельнице, которая сейчас более популярна по всей Америке, чем когда-либо прежде, главным образом потому, что имеет новую совершенную форму. В лучших моделях, изготовленных из стали, каждый парус представляет собой секцию спирали, тщательно сконструированной для равномерного отвода ветра, точно так же, как в параллельном случае отвода от водяного двигателя, такого как насос Уортингтона. Этот капитальный насос представляет собой просто перевернутое колесо турбины. Его рабочее колесо и диффузионные лопасти забирают воду из состояния покоя, поднимают ее на

высоту, которая может достигать 2000 футов, а затем доставляют в состоянии покоя с небольшими потерями из-за внутренних завихрений или проскальзывания.

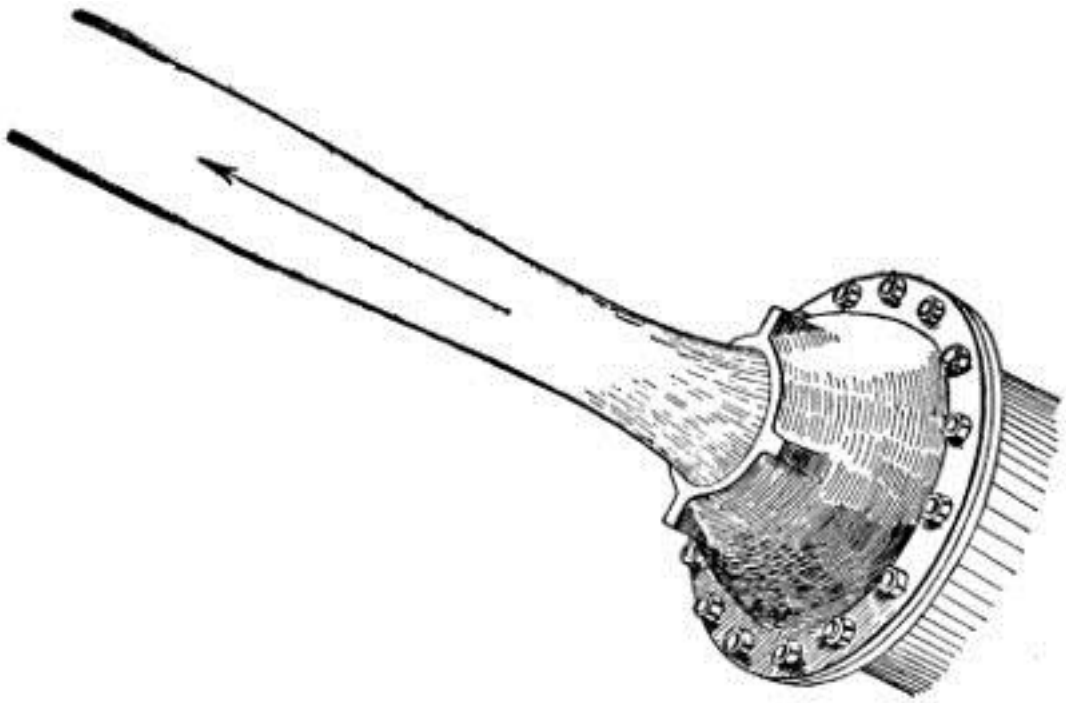


Стальные лопасти ветряной мельницы.
Fairbanks, Morse & Co., Чикаго.

Колесо Pelton, выдающееся среди гидромоторов импульсного типа, обязано своей экономичностью главным образом тому, что каждый ковш разделен пополам и изогнут с предельной точностью.



Водяное колесо Пелтона.



Форсунка для колеса Пелтона.

ГЛАВА VII
ФОРМА—*Продолжение*. ЭКОНОМИЯ СВЕТА ЗА СЧЕТ СТЕКЛА ПРАВИЛЬНОЙ ФОРМЫ. ЭКОНОМИЯ ТЕПЛА За СЧЕТ ХОРОШО СПРОЕКТИРОВАННЫХ КОНВЕЙЕРОВ И РАДИАТОРОВ

Почему шероховатое стекло может быть лучше гладкого . . . Призмы направляют свет по нужным траекториям . . . Магия полного отражения задействована . . . Голофановые глобусы . . . Призмы в бинокулярных очках . . . Шлифовка линз . . . Тепловое излучение усиливается или предотвращается по желанию.

Проницательный Наблюдатель улучшает Windows.

Сейчас наступают времена, когда наследие, такое как оконное стекло, каким бы почтенным оно ни было, открыто критикуется и доказывается, что оно далеко от совершенства. Мы действительно обнаруживаем, что поверхности и формы, долгое время придаваемые стеклу, через которое проходит свет или от которого он отражается, являются дефектными и расточительными. Это означает, что солнечному свету можно уделять больше внимания, чем когда-либо прежде, что искусственное освещение можно использовать с совершенно новой экономией. Несколько лет назад, когда мы снабдили окно листовым стеклом, достаточно гладким для зеркала, ничего лучшего казалось невозможным. Благодаря покойному Эдварду Аткинсону из Бостона, сегодня мы знаем, что во многих случаях стекло может быть слишком гладким, чтобы обеспечить нам наилучший сервис, что часто мы можем получать гораздо больше света от стекол грубой дешевой работы, чем от дорогого листового стекла. Он рассказывает нам: “В 1883 году, когда я осмотрел большое количество английских хлопчатобумажных фабрик, я обнаружил, что они застеклены грубым стеклом довольно низкого качества, поскольку обычное английское стекло уступало нашему из-за общей

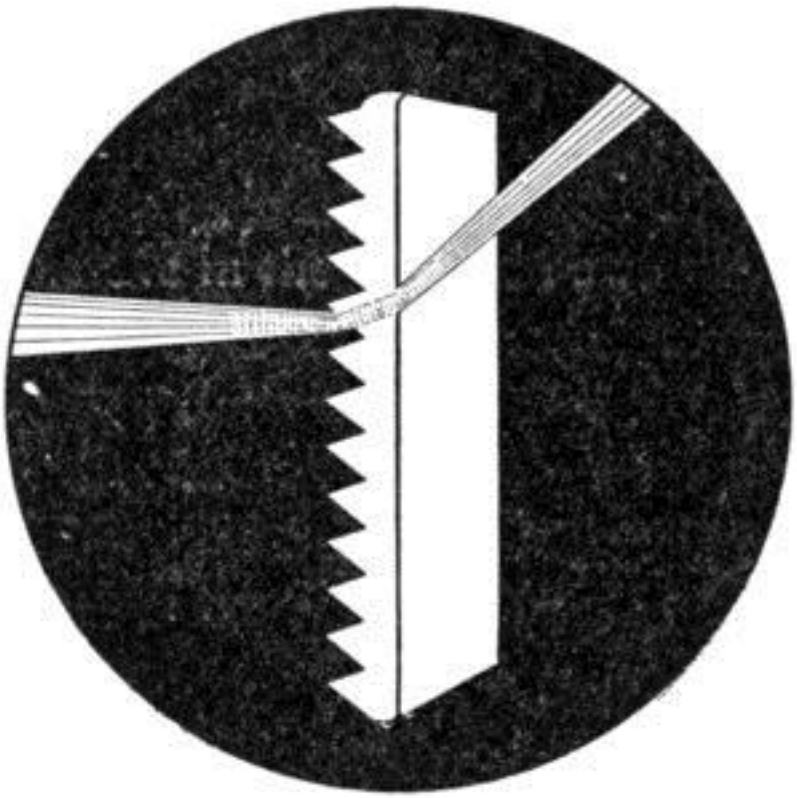
нехватки хорошего песка. На вопрос, почему было использовано шероховатое стекло вместо гладкого, мне ответили, что шероховатое стекло дает равномерный и лучший свет. К моему удивлению, я обнаружил, что это правда. Интерьер мельницы, освещенной таким образом, имел вид рассеянного освещения. Это навело меня на размышления по этому поводу. Я изучил конструкцию линзы Френеля, в которой комбинация линз и изогнутых поверхностей концентрирует лучи света в единый далеко идущий луч. Я рассудил, что если один набор углов или кривых может таким образом концентрировать свет, то при изменении таких углов или поверхностей свет может рассеиваться ”.

Мистер Аткинсон продолжил собирать образцы стекла не только с обычной шероховатой поверхностью, но также ребристой и призматической форм. Их он передал для изучения и сравнения профессору Чарльзу Л. Нортону из Массачусетского технологического института в Бостоне. В его отчете говорится: “Безнадежность попыток получить что-либо даром, то есть заставить лист оконного стекла пропускать в комнату больше света, чем падало на него, казалась мне настолько очевидной, что я предпринял все свои приготовления, чтобы измерить не прирост, а потерю света при использовании образцов мистера Аткинсона. Результаты испытаний можно сформулировать кратко: В помещении глубиной тридцать футов или более мы можем увеличить освещенность в три-пятнадцать раз по сравнению с нынешним эффектом, используя ‘Заводское ребристое’ стекло вместо плоского стекла в верхней створке. Используя призмы, мы можем, при определенных условиях, увеличить эффективность излучения в пятьдесят раз по сравнению с его нынешней силой. Выигрыш в эффективном освещении при замене плоского стекла ребристым стеклом или призмами намного больше, когда угол обзора неба мал, как в случае окон, выходящих в световые потоки или узкие переулки. При использовании призм стол, расположенный в пятидесяти футах от окна, был лучше освещен, чем когда он находился в двадцати футах от того же окна, оснащенного плоским стеклом . . . . "Ребристое" и "Лабиринтное’ стекло имеют очень большое значение в смягчении света, особенно когда окна выходят непосредственно на солнце, помимо их эффективности в усилении освещения в отдаленных точках. С помощью стекла ‘Лабиринт’ художник может видеть в любую погоду и во всех направлениях то, что на самом деле является столь желанным северным светом. То же самое стекло обеспечивает фотографу свет, который рассеивается так же хорошо, как и при использовании тканевых экранов или абажуров, и гораздо большей интенсивности ”.

Листовое призматическое стекло теперь изготавливается с отшлифованной внешней поверхностью или поверхностью для улицы, аналогичной листовому стеклу, благодаря чему призмы становятся точными и гладкими. При размерах, которые могут достигать пятьдесят четыре на шестьдесят дюймов, он обеспечивает поверхности, которые легко содержать в чистоте, и пропускает гораздо больше света, чем стекло в рамах небольших размеров.

Откуда выгода от такой замены плоского стекла на стекло шероховатое, ребристое или призматическое? Лучи, проникающие через обычное окно, падают на близлежащие поверхности стен, потолка и пола; от них они в значительной степени отражаются и возвращаются через стекло во внешнее пространство. Грубое, ребристое или призматическое стекло отбрасывает лучи гораздо дальше в помещение, поэтому они падают на гораздо большую площадь стен, потолка и пола, что, отражаясь снова и снова, свет хорошо рассеивается и лишь незначительно возвращается во внешнее пространство. Форма стекла придает проникающему свету наиболее полезное направление, так что новые стекла служат лучше, чем старые. Этот эффект наиболее заметен, когда призмы тщательно подобраны к конкретному случаю как по углу наклона, так и по расположению. При прохождении сквозь стекло свет поглощается и тратится впустую, так что чем короче его

путь, тем лучше. В составной линзе, разработанной в 1822 году Огюстеном Жаном Френелем для маяков, часть стекла, изображенная темными линиями, преломляет свет так же эффективно, как если бы использовалась вся линза целиком.



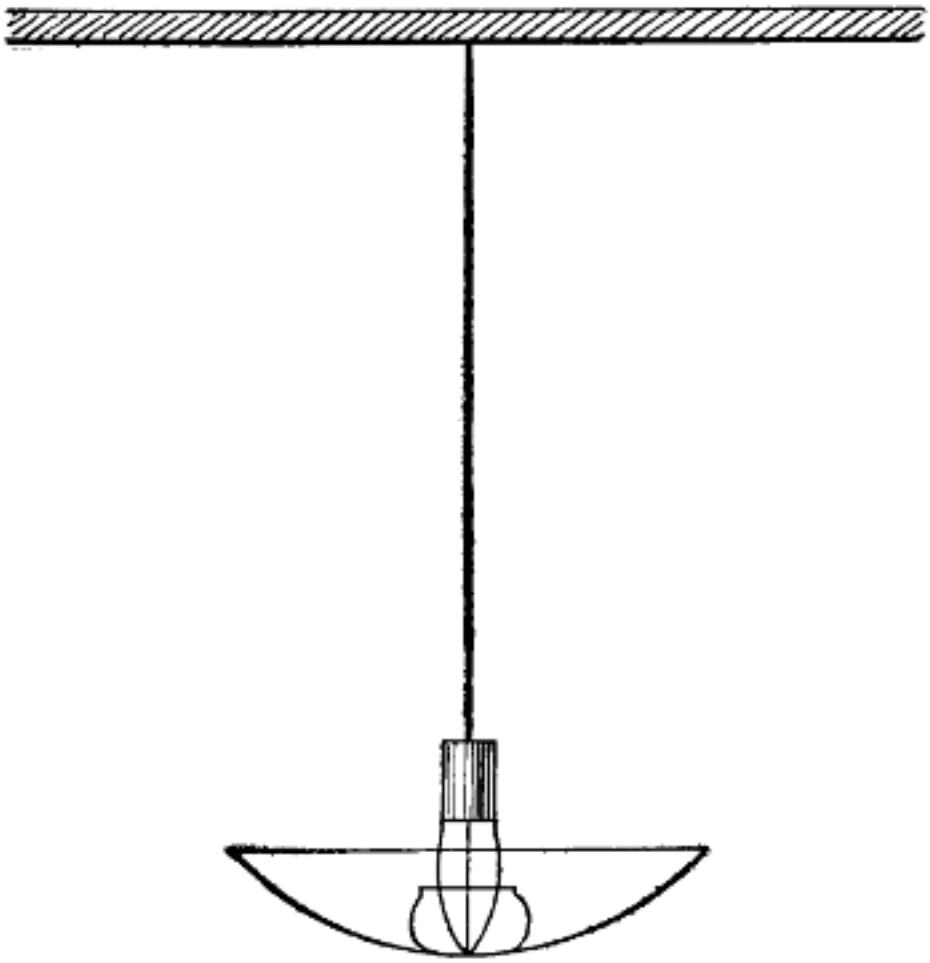
Призма Люксфера.

Линза Френеля.

Это подводит нас к средствам наилучшего использования искусственного освещения. В течение последних тридцати лет уровень освещенности благодаря электричеству неуклонно повышался. Поэтому более важным, чем когда-либо, является то, чтобы использование света было приятным и эффективным. В основном это вопрос разумного размещения источников света и такого отражения и преломления их лучей, чтобы они были приятного качества и доставлялись туда, где они нужны, с наименьшими возможными потерями. Отражатели правильной формы, которые содержатся в чистоте, экономят много света. Из-за их отсутствия на улицах и площадях мы иногда можем наблюдать, как половина лучей от фонаря уходит в небо, где они не приносят никакой пользы. В витринах магазинов ребристые отражатели полностью освещают выставленные товары, в то время как источники света находятся вне поля зрения. Тот же метод используется в художественных галереях и музеях. Параболический отражатель посылает в виде параллельных лучей мощный луч маяка, локомотива или прожектора. Лампа накаливания оригинального дизайна посеребрена на своей верхней половине, так что свет от нее не пропадает даром. Поскольку дуговая лампа является самым дешевым из всех источников освещения, она используется для наружного

освещения, где расстояние смягчает ее неприятные блики. При заводском освещении его яркость чрезмерна и вредна, если ее не уменьшить. Отличный план состоит в том, чтобы использовать обычный непрерывный ток и поместить положительный углерод с его блестящим центром ниже отрицательного углерода; под этими двумя углеродами хороший отражатель отбрасывает лучи к потолку, откуда они опускаются с приятным рассеиванием и гораздо меньшими потерями, чем когда дугу окружают шары из матового стекла. Обычный белый потолок, когда он достаточно плоский, является отличным отражателем; действительно, лист белой промокательной бумаги возвращает свет почти так же хорошо, как полированное зеркало, и для многих целей он служит лучше; зеркало направляет луч обратно в четко очерченную область, которая может быть ослепительной, бумага рассеивает свет с тщательным и приятным эффектом.

Лампа и отражатель - единое целое.



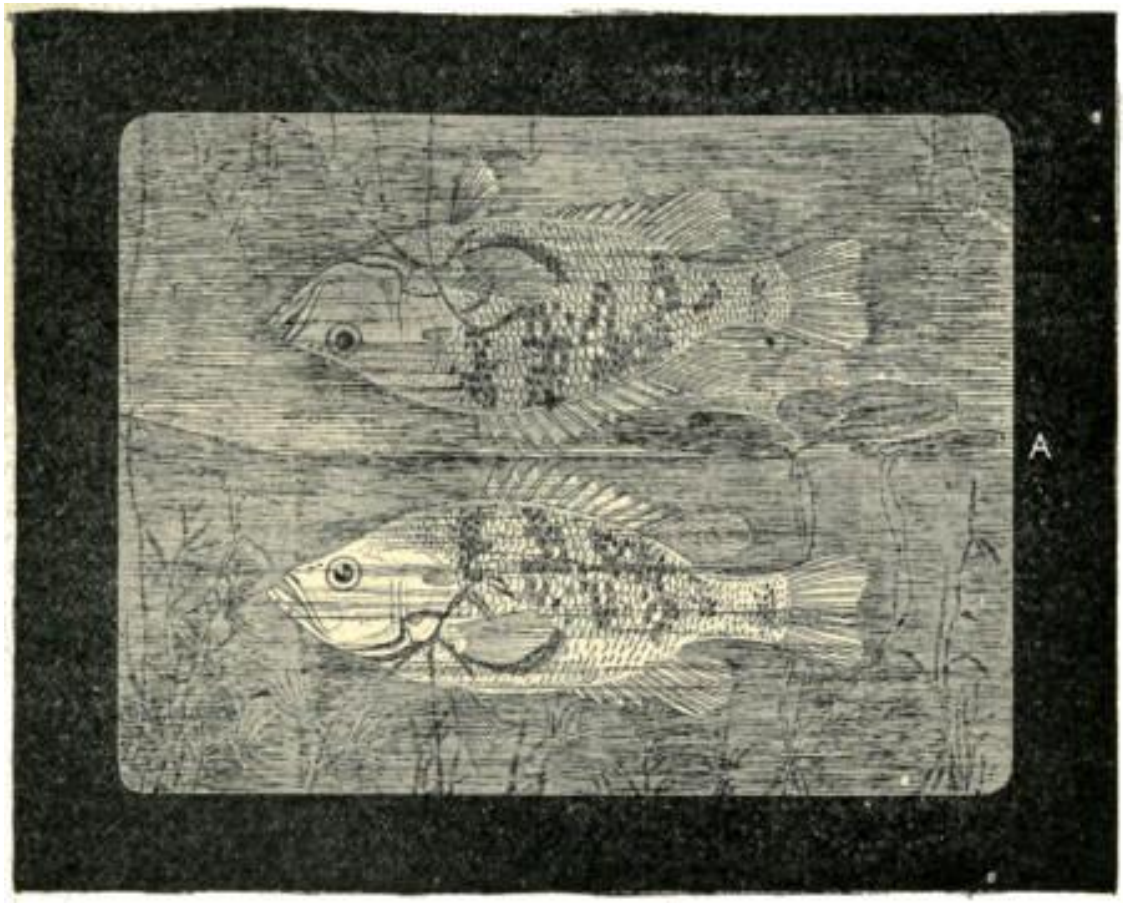
Перевернутая дуговая лампа.

Обычно зеркало представляет собой лист тщательно отполированного металла или стеклянную пластину с ртутной подложкой; предпочтительнее прозрачное стекло само по себе, сформированное таким образом, чтобы полностью отражать падающий луч света. Чтобы понять принцип его использования, мы ненадолго попрощаемся с лампами всех видов.

Наслаждение и выгода, когда Мы наблюдаем за Рыбой в воде.

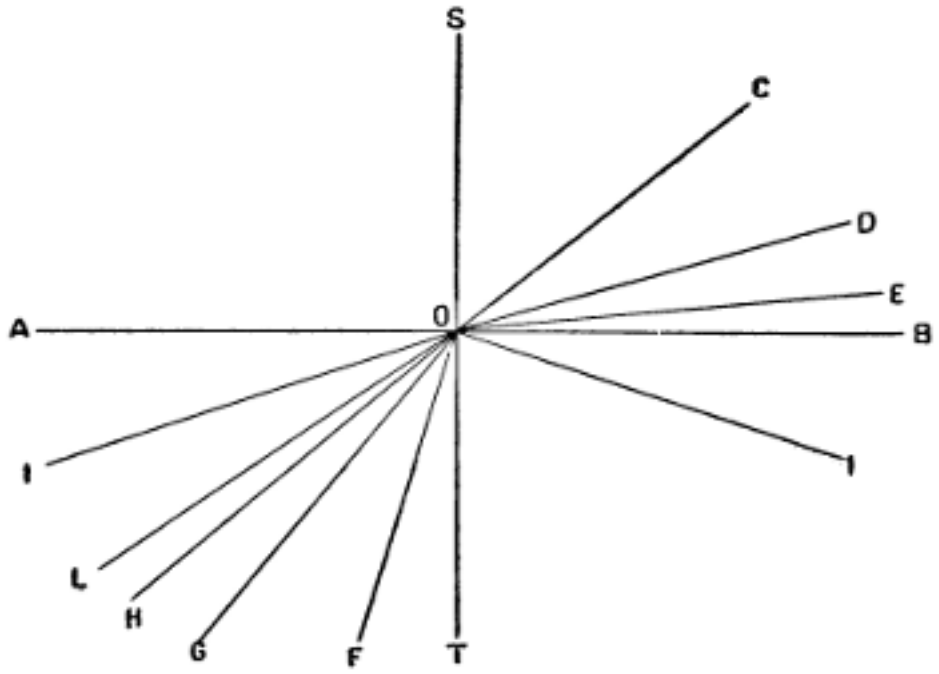
Зал наслаждений - это Нью-Йоркский аквариум, расположенный в историческом саду замка Бэттери. В его аквариумах представлена разнообразная и превосходная коллекция рыб, красота форм и окраски которых, подчеркнутая быстрыми и грациозными движениями, завораживает глаз так, как ни один музей мертвых вещей, каким бы великолепным он ни был. Когда аквариум неподвижен или почти неподвижен, а золотая рыбка или окунь спокойно отдыхают у поверхности воды, можно увидеть их форму, отражающуюся от этой поверхности так же идеально, как в зеркале. Точка обзора должна быть близко к аквариуму, при этом глаз должен располагаться несколько ниже, чем у рыбы. Временами это отражение настолько идеально, что молодые люди склонны считать отражение второй рыбой и с недоумением замечают, как странно она похожа на свою подругу чуть ниже. Чем объясняется это отражение? Луч света всегда может пройти из разреженной среды, такой как воздух, в плотную среду, такую как вода, потому что он изогнут к их общему перпендикуляру. Но луч не всегда может пройти из плотной среды в разреженную, из, скажем, воды в воздух, потому что, если бы луч был отклонен от общего перпендикуляра более чем на 90 °, он бы вообще не смог выйти из воды. Ни один световой луч не может пройти из воды в воздух, если он

составляет больший угол с перпендикуляром, чем 48° 35. Предположим, что AB (страница 78) - это уровень воды в резервуаре. Луч, выходящий из F, будет изогнут так, чтобы достичь C, луч из G достигнет D, луч из H достигнет E; но луч из L будет изогнут настолько, что пройдет по поверхности воды, как OB, а луч из I будет изогнут так, чтобы вернуться под поверхность воды к I. Лучи, подобные I, подвергаясь полному отражению, дают нам наше второе изображение рыбы, покоящейся у поверхности воды: чтобы наблюдать такого рода изображения, нам не нужно отправляться в Нью-Йоркский аквариум; при терпении мы можем наблюдать это в маленьком домашнем аквариуме с плоскостями из прозрачного стекла, ждем, пока вода успокоится и рыба подплывет близко к поверхности.

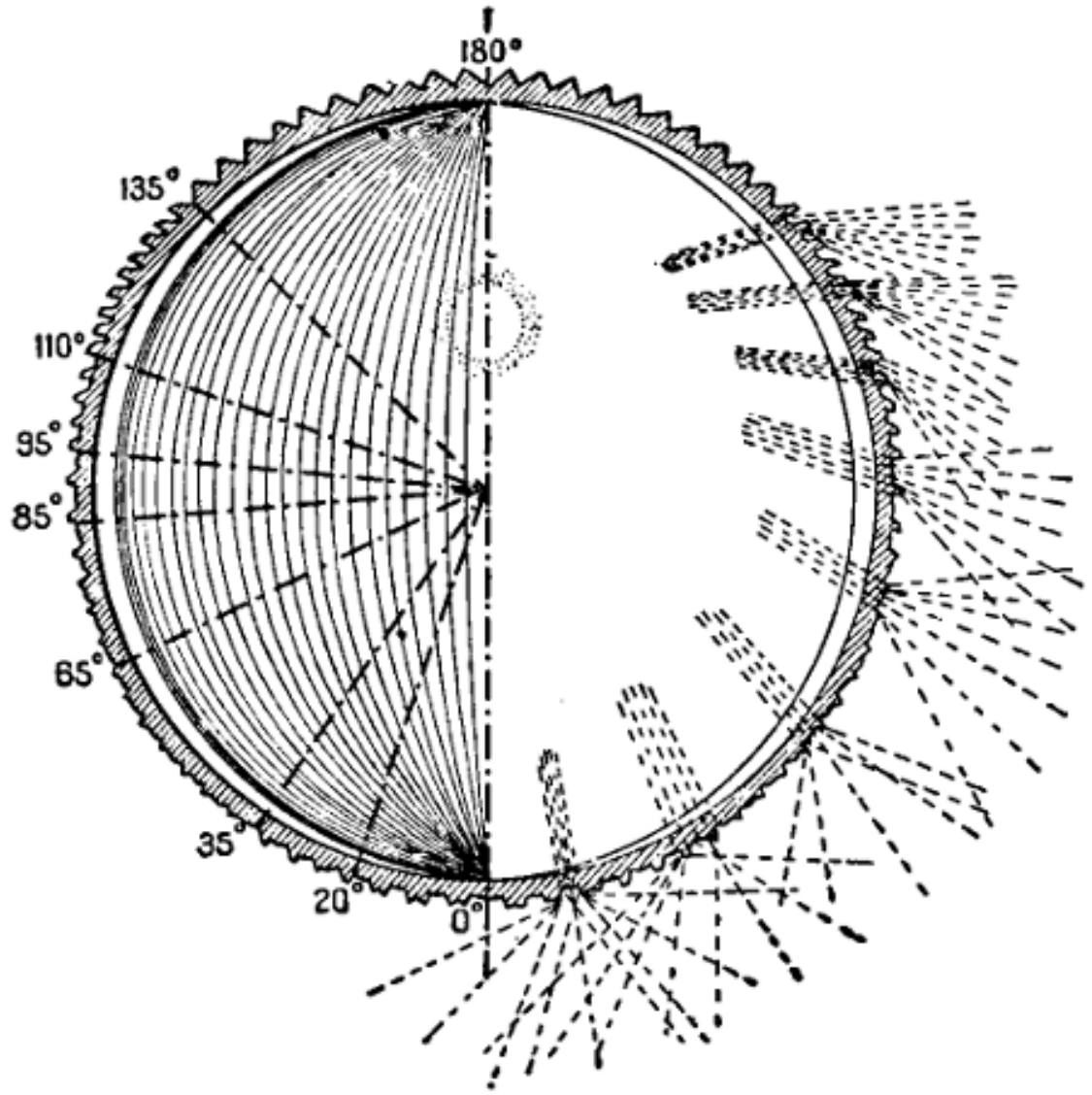


Окунь Сакраменто полностью отражается в аквариуме.
A, поверхность воды.

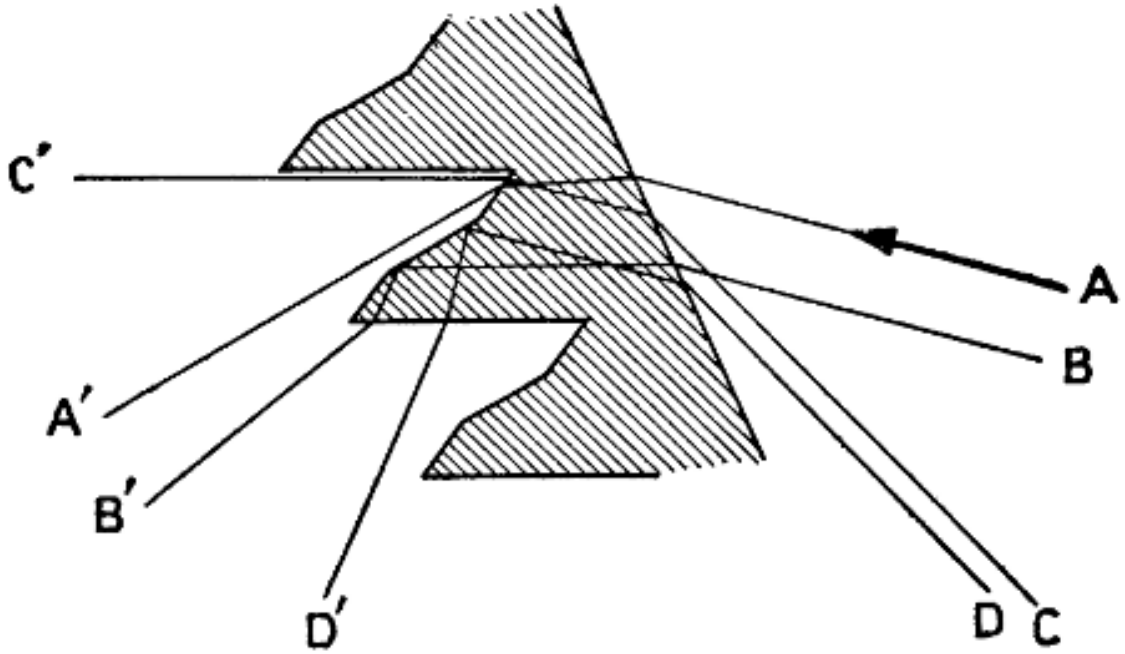
Каждое плотное прозрачное вещество обладает способностью создавать изображения за счет полного отражения, причем каждое вещество имеет свой собственный критический угол; мы только что видели, что для воды этот угол равен 48 ° 35. Стекло изготавливается во многих разновидностях, каждая из которых имеет особый критический угол, который никогда особо не отличается от угла наклона воды. Прямоугольная призма из стекла, которую может предоставить любой оптик, служит большим зеркалом для лучей, падающих на ее поверхность под углом в девяносто градусов. Такие призмы используются в театральных биноклях, в ручных телескопах, в отражателях для маяков и в голофановых глобусах, которые мы собираемся исследовать. Эффективность этих призм может достигать 92%, тогда как эффективность лучших посеребренных зеркал никогда не превышает 90%. Потери в призме обусловлены небольшим отражением от поверхности, на которую сначала падают лучи, и поглощением света самим стеклом; эти второстепенные потери, конечно, увеличиваются с увеличением толщины призмы.



Уровень воды AB. F, G, H, L преломляются в C, D, E, B.
I полностью отражается в I.



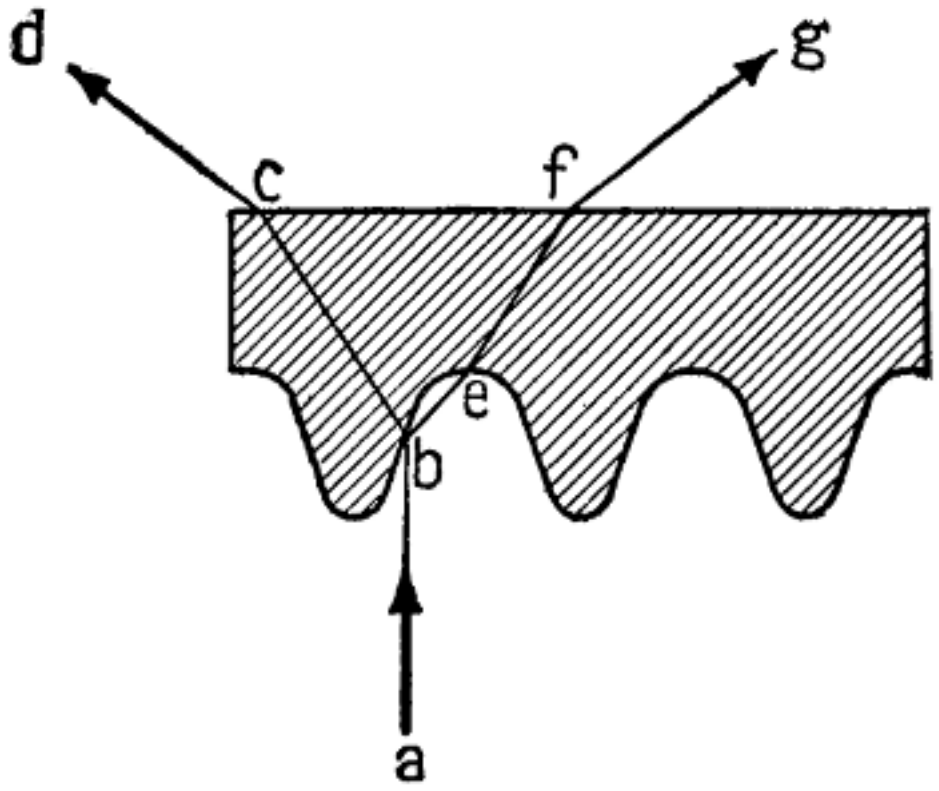
Голофановый глобус, вертикальный разрез.



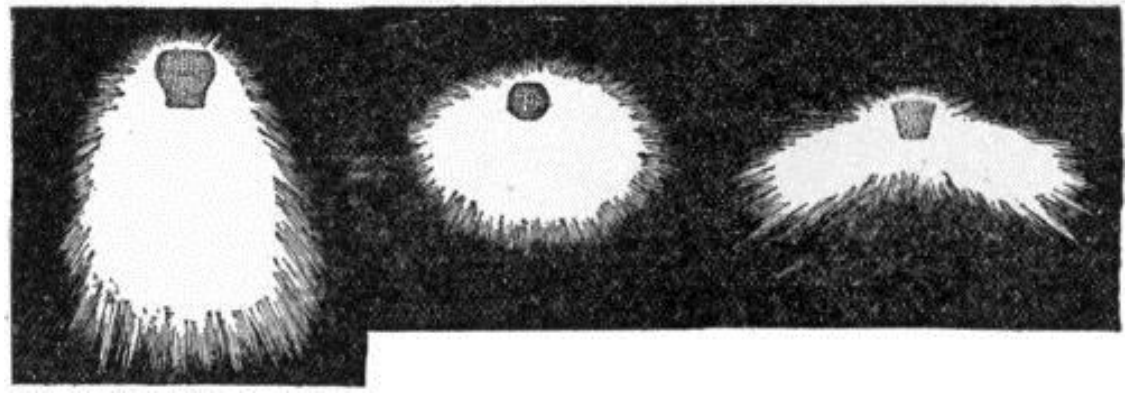
Разрез голофанового глобуса.
Луч A преломляется как A, C как C. B, полностью отражается, затем преломляется и получается как B. D проходит аналогичный путь, становясь D.

Полное отражение при искусственном освещении: Голофановые шары.

Теперь, когда мы понимаем принцип полного отражения, давайте посмотрим, как он применяется для повышения эффективности мантии Вельсбаха или электрической лампы. И сначала давайте скажем, что мы можем захотеть, чтобы свет падал на небольшую площадь, в основном в одном направлении, например, вниз, на письменный стол или кресло для чтения. Или, совсем по-другому, если мы хотим осветить широкое пространство, например, большую гостиную. Этим требованиям соответствуют голофановые глобусы, разработанные М. Блонделем и М. Псарудаки, которые изготавливаются различных форм, каждая из которых приспособлена для конкретной задачи. Верхняя половина каждого шара сформирована в виде призм с такими углами наклона, что зона за зоной стекло полностью отражает падающие лучи именно в желаемых направлениях. Контур выполнен с точностью до тысячной доли дюйма. С таким тщательным отражением сочетается столь же тщательная диффузия, внутренняя часть глобуса имеет форму ребер. Таким образом, с наименьшими потерями используется верхняя половина источника света. Что насчет нижней половины? Его лучи проходят через призмы, сформированные таким образом, чтобы преломлять падающий свет по желаемым траекториям с минимальными потерями. Таким образом, в целом, эти глобусы представляют собой прекрасное средство освещения практически с совершенной экономичностью, поскольку их особые формы направляют свет в любом желаемом направлении.



Рассеивающие кривые.
Глобус из голофана. Лучи разделяются на b, e, отраженные, затем как e, f, g, преломленные; и на b, c, d, преломленные.

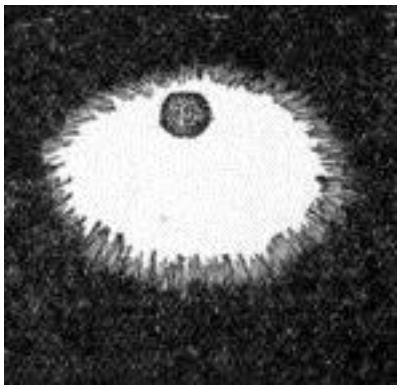


Класс A,
Голофановый глобус, отбрасывающий лучи преимущественно вниз.

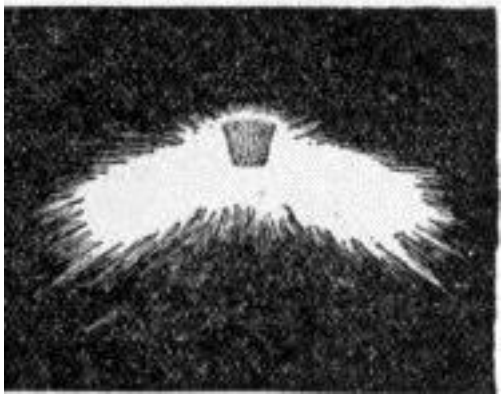
Класс B,
лучи в основном направлены под углом 60°.

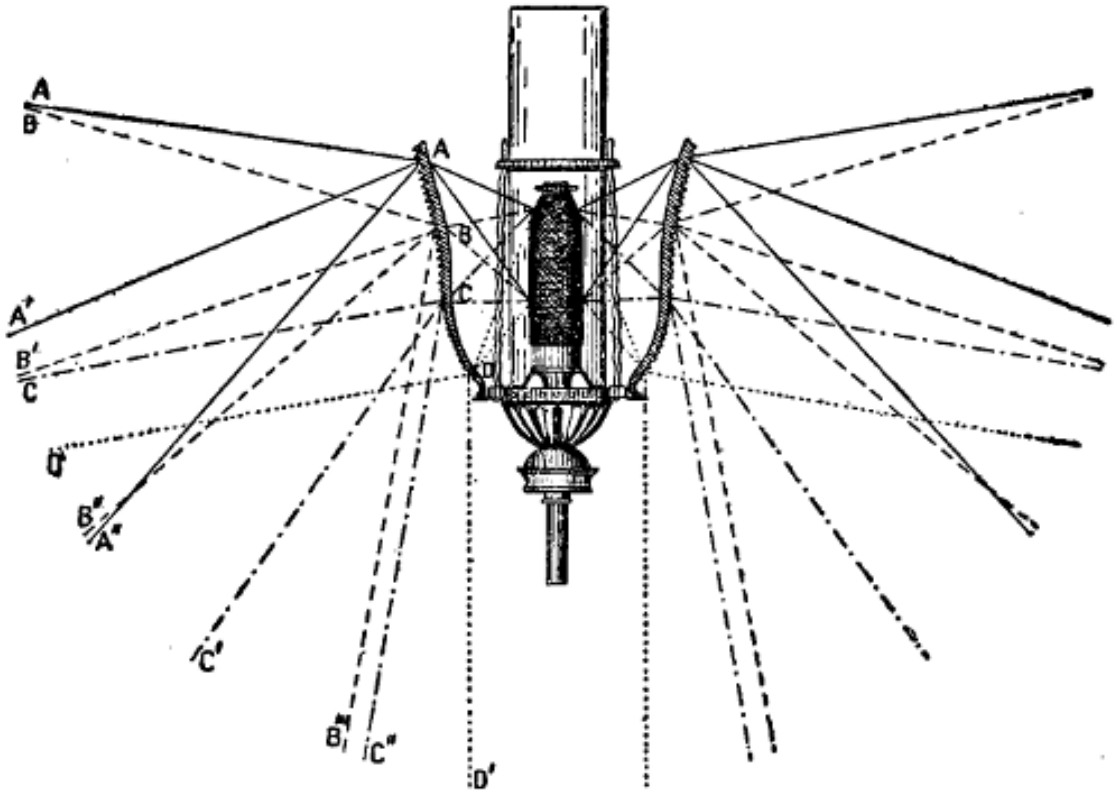
Класс C,
отбрасывающий лучи преимущественно в боковом направлении.

Класс А,
Голофановый глобус, отбрасывающий лучи преимущественно вниз.



Класс В,
лучи в основном направлены под углом 60°.

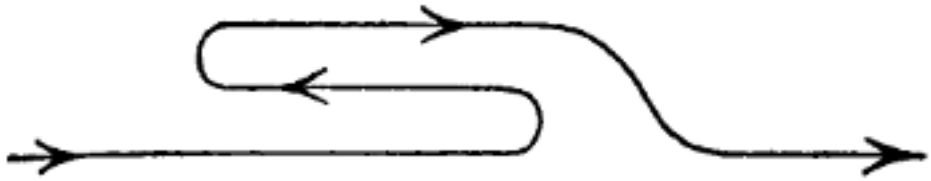




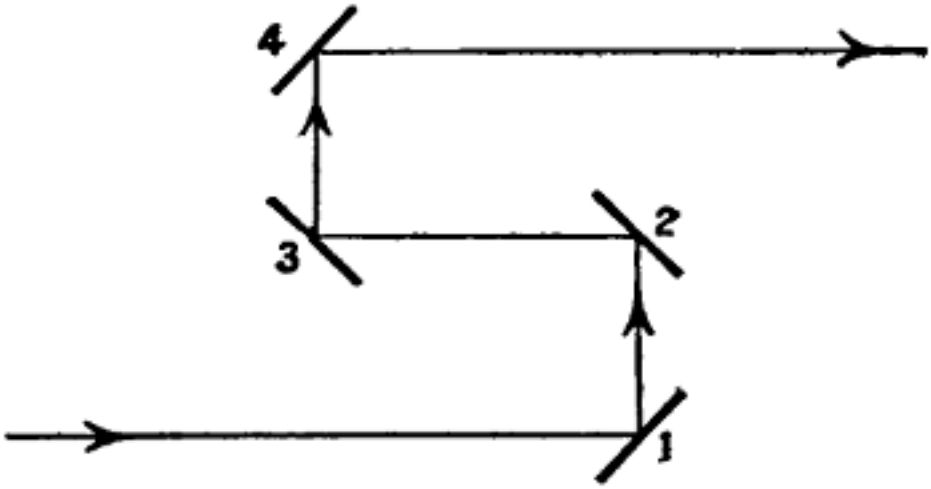
Разрез голофанового шара и мантии Вельсбаха, показывающий распределение света. Каждый типичный преломленный луч обозначен своей собственной буквой.

Полное отражение в бинокулярных очках.

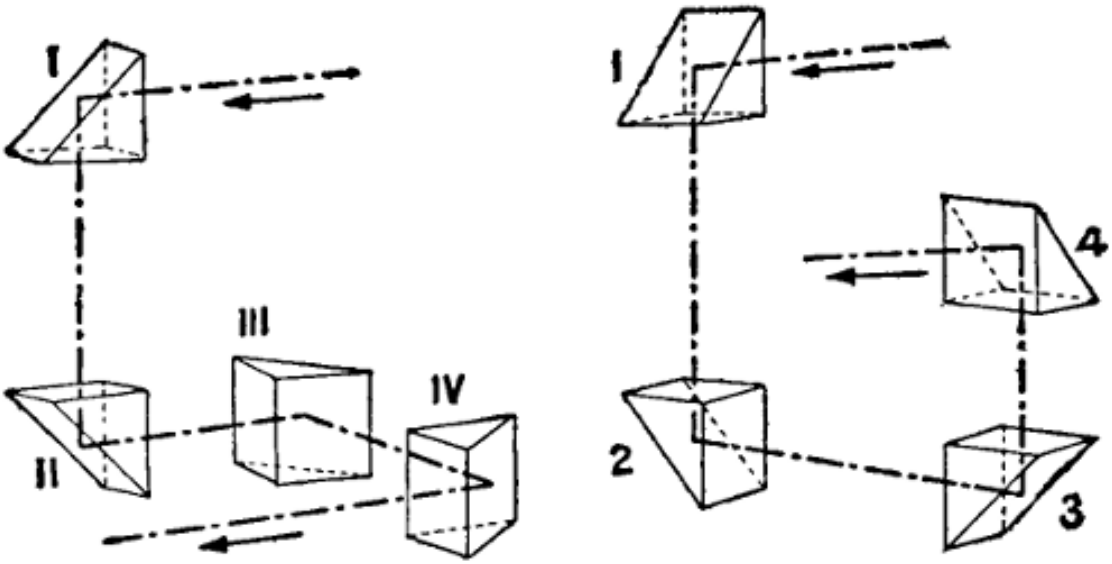
На заводе Zeiss в Йене, Германия, производятся оптические приборы высочайшего качества; многие из них используют преимущества принципа полного отражения, который мы рассматривали. Когда была поставлена задача создать новый и усовершенствованный телескоп, было замечено, что обычный телескоп, состоящий из линз, неудобно длинный и тяжелый по сравнению с его увеличительной способностью. Возник вопрос, возможно ли сконструировать короткие инструменты увеличительной силы от четырех до двенадцати диаметров. Итальянец Порро примерно в середине девятнадцатого века предложил полностью отражающие призмы, расположенные таким образом, что, хотя полное прохождение луча было бы таким же, как в обычном телескопе, два конца светового пути находились бы близко друг к другу, в то время как все было бы эффективнее, чем при использовании четырех зеркал. Его идея может быть представлена проволокой длиной в один метр, согнутой так, что ее концы находятся на расстоянии гораздо меньше одного метра друг от друга. На иллюстрации бинокля, изготовленного на заводе Zeiss по принципу Порро, можно заметить, что проникающий луч проходит через линзы, расположенные дальше друг от друга, чем линзы, образующие окуляры. Таким образом, просматривается гораздо более широкое поле зрения, чем в обычное стекло, в то время как два изображения, полученные от двух окуляров, отличаются больше, чем те, которые наблюдаются при прямом зрении, восприятие глубины значительно улучшается. Эта конструкция приспособлена для использования в спортивных, морских и театральных биноклях, а также в полевых биноклях.



Как можно укоротить провод при восстановлении его первоначального направления.



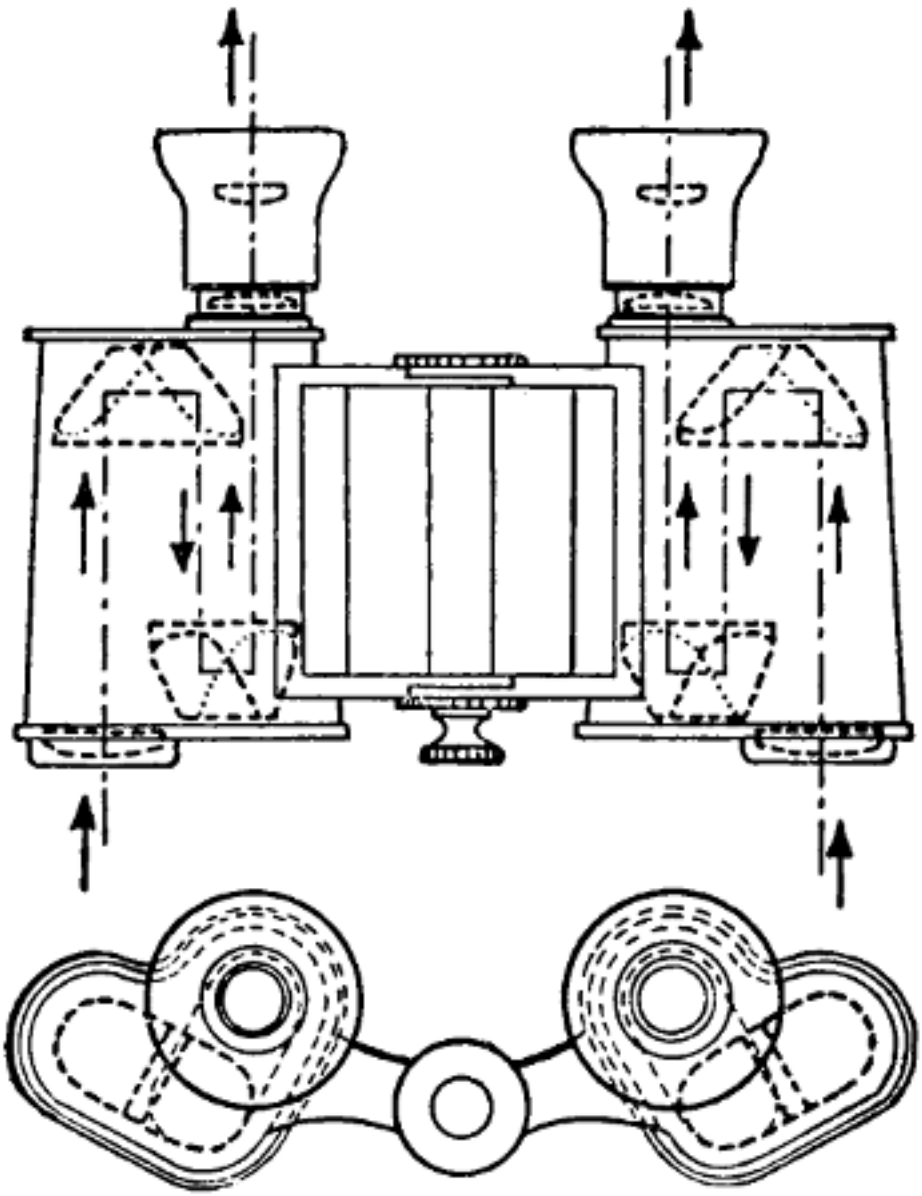
Четыре зеркала, 1, 2, 3, 4, отражают луч по линии, параллельной его первоначальному пути.



Призмы для биноклей Zeiss.

Линзы Все еще часто используются.

Линзы, тем не менее, по-прежнему играют гораздо более важную роль, чем призмы, и правильная форма их поверхностей требует высоких достижений как науки, так и искусства. Свойства стекла, конечно, имеют наибольшее значение при создании бесцветных комбинаций для телескопов, микроскопов и фотоаппаратов. Jena glass, описанное в другой главе этой книги, благодаря своим необычайным свойствам преломления и рассеивания довело оптические приборы практически до совершенства. Между тем искусство шлифовки линз оставляет мало возможностей для дальнейшего совершенствования. Удивительно, что линза шириной сорок два дюйма может быть настолько точно изогнута, что позволяет сфокусировать изображение звезды в виде неизмеримой точки.

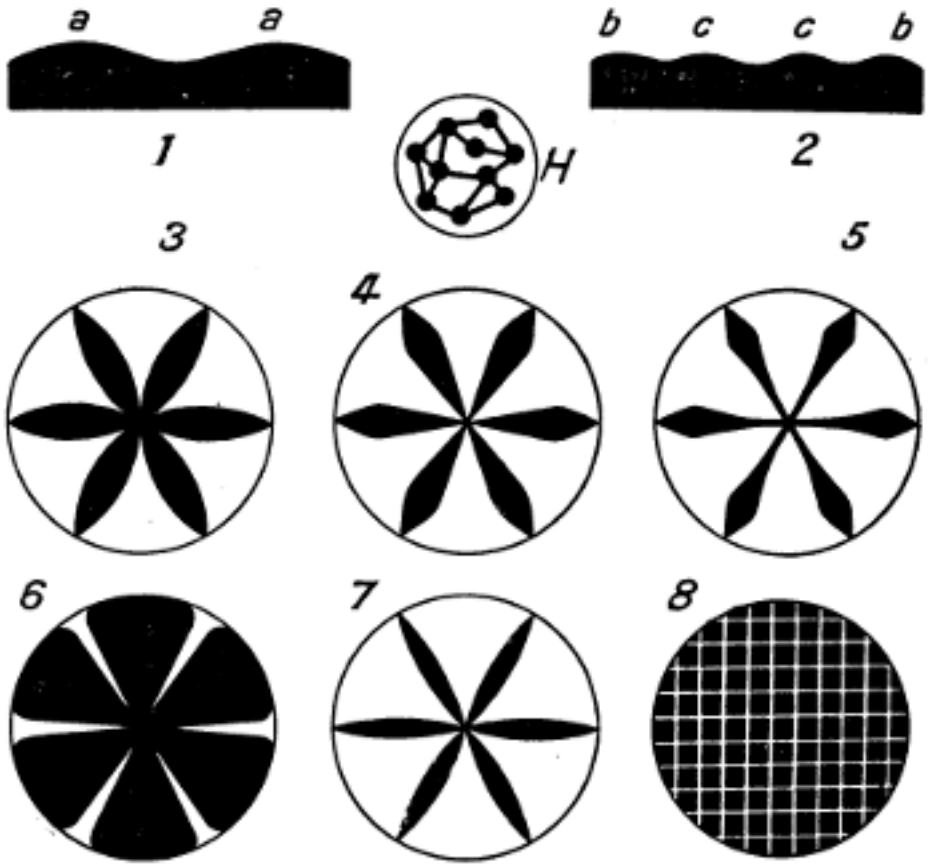


Бинокулярные стекла Zeiss: продольные и поперечные сечения.

Изготовление оптических поверхностей.

Давайте посмотрим на некоторые инструменты, разработанные мастером для придания стеклянным дискам формы линз. Некоторые из лучших существующих телескопов принадлежат мистеру Джону А. Брэширу из Аллегейни, Пенсильвания. Используемые им шлифовальные инструменты имеют такие контуры, которые позволяют создавать желаемые изгибы без ошибок. Первые полировальные станки имеют обычную форму с квадратными или круглыми гранями, равномерно распределенными по поверхности инструмента, как показано на фиг. Ч и 8. Когда полировка доведена до наилучшего состояния, стеклу дают медленно остыть до нормальной температуры, а затем тщательно изучают его дефекты. Они удаляются, и поверхности обрабатываются железными инструментами того же диаметра, что и обрабатываемая поверхность, при этом каждый инструмент разделяется на шесть секций, как показано на фиг. 3, 4, 5, 6, 7. После нагрева инструмента смола распределяется по его листовидным пространствам, которым придается надлежащая кривизна за счет надавливания на предварительно смоченную вогнутую поверхность; затем смола и инструмент быстро охлаждаются водой. В формировании этих пространств заложен успех.

Зона а, а, на первом рисунке, требующая наибольшего истирания, соответствует самой широкой части листа, но для того, чтобы не допустить зональной ошибки, как показано на в, с, с, в, в на втором рисунке, она слегка сужается в каждом направлении, причем степень сужения определяется боковым ходом полировщика, а также величиной отклонения зоны от нормальной кривой.

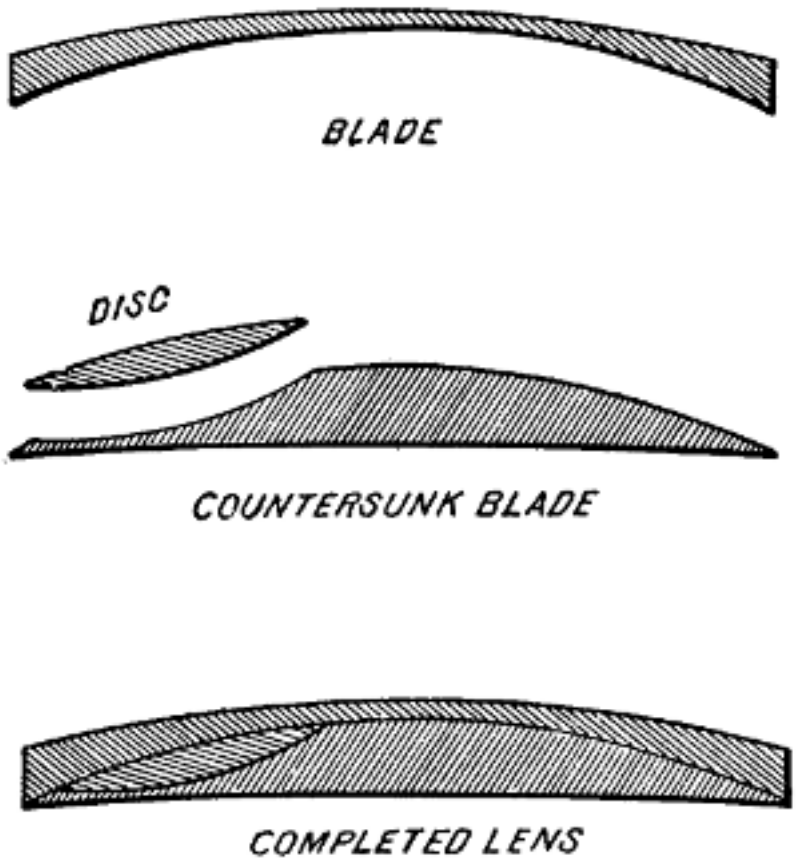


Инструменты для изготовления оптических поверхностей.
Джон А. Брашир, Аллегейни, Пенсильвания.

Но, в конце концов, астрономов, пользующихся линзами такой тщательно подобранной формы, немного, в то время как миллионы людей страдают от дефектов зрения, которые преодолеваются очками соответствующей формы.

Двухфокусные очки.

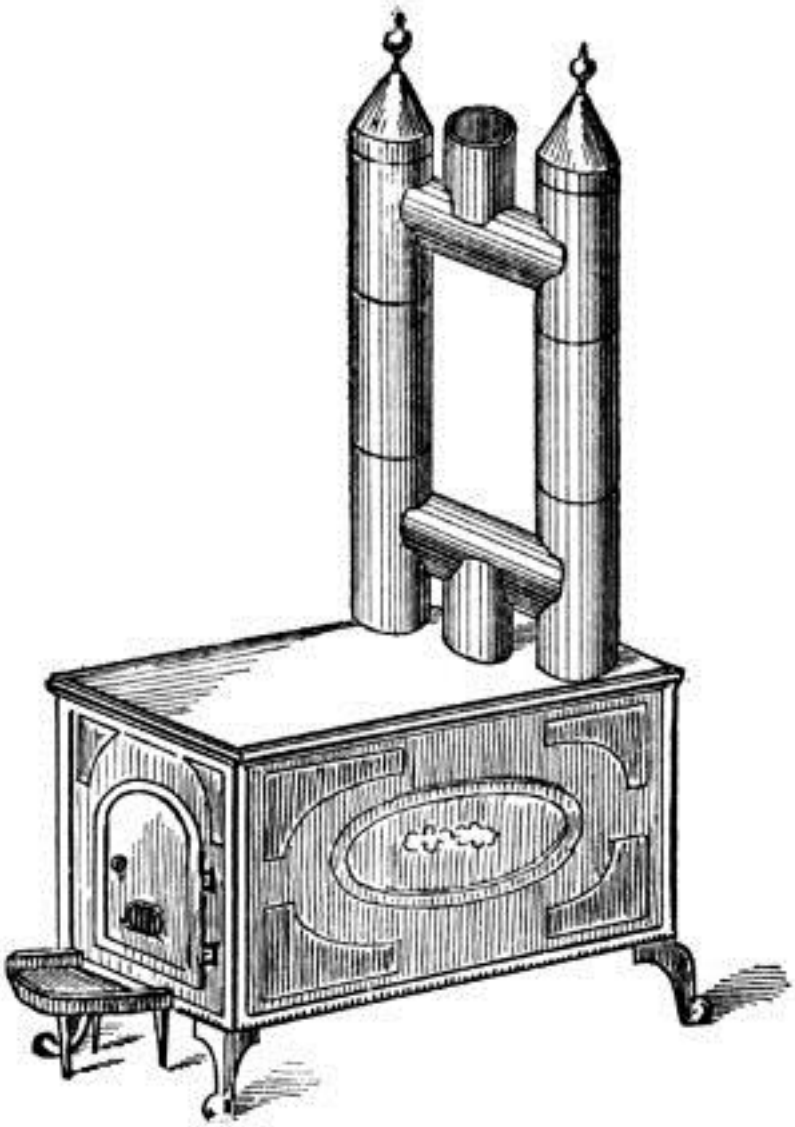
В этой области следует упомянуть недавнее незначительное улучшение. Бенджамин Франклин много лет назад изготовил очки, в которых верхняя половина каждого стекла была отшлифована для видения вдаль, а нижняя - для видения вблизи. Сегодня такие двухфокусные очки не делятся на половинки с неприятной ломаной линией поперек. В каждый из новых очков ближе к основанию вставлена небольшая линза плотного качества; через эту линзу пользователь смотрит на близлежащие объекты; через верхнюю часть стекла он смотрит на удаленные объекты. Соединение трех частей произведено так искусно, что их невозможно различить.



Двухфокусная линза для очков.

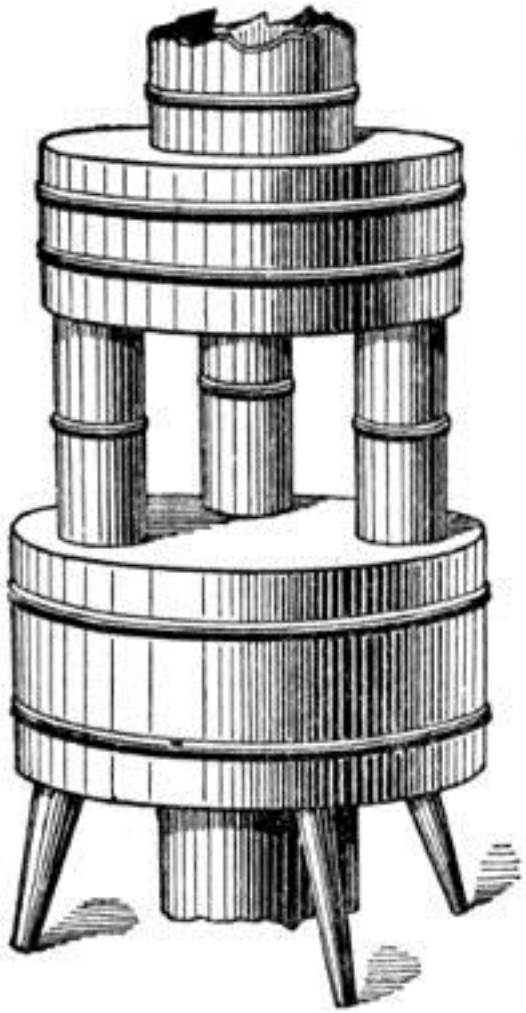
Экономия тепла.

От света мы переходим к его двойной фазе энергии - теплу, чтобы взглянуть на формы устройств, которые позволяют нам экономно использовать тепло. Когда мы хотим, чтобы в печи, тигле или варочном сосуде поддерживалась максимально возможная температура, мы отводим им как можно меньше поверхности. Напротив, когда изобретается нагревательное устройство, его поверхность свободно расширяется. Традиционный камин, при всей его жизнерадостности, дает очень мало тепла. Бенджамин Франклин скопировал его форму в печи, носящей его имя; поскольку он выступает из стены, он нагревает воздух вокруг себя, а не только с одной стороны. Эта модель хорошо знакома по газовым плитам, чье тщательно излучаемое и конвектируемое тепло намного превосходит тепло, получаемое от каминов. Сорок лет назад в Канаде было обычным делом, особенно в сельской местности, устанавливать висячие трубы и дымоходы, или барабаны, громоздкие полые конструкции из листового железа, которые заставляли нагретые продукты сгорания проходить окольный путь по мере их прохождения в дымоход. Конечно, охлажденные таким образом газы были менее эффективны в качестве создателей тяги, но мы должны помнить, что одним из наиболее расточительных способов использования огня является нагрев воздуха или других газов ради приведения их в движение. На современных заводах, станциях центрального освещения и подобных крупных установках механическая тяга быстро пропускает ток через короткий дымоход, что значительно экономит топливо. Изразцовые печи Германии и Голландии превосходны по дизайну. Их мягкое тепло не пересушивает воздух; в умеренно холодную погоду они делают ненужным разжигание печей, которые в такое время нагреваются до чрезмерно высоких температур.



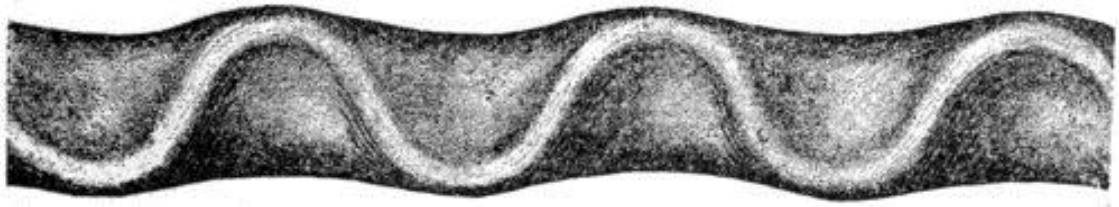
Канадская коробчатая печь с висячей трубой.

На заводах нагревательные змеевики, заполненные паром или горячей водой, сначала крепились к полу. Затем их прикрепили к потолку, откуда мягко излучается тепло; на полу змеевики могут собирать пыль и грязь с риском возгорания; при другом варианте обеспечивается экономия площади пола, и сразу же обнаруживаются случайные протечки.

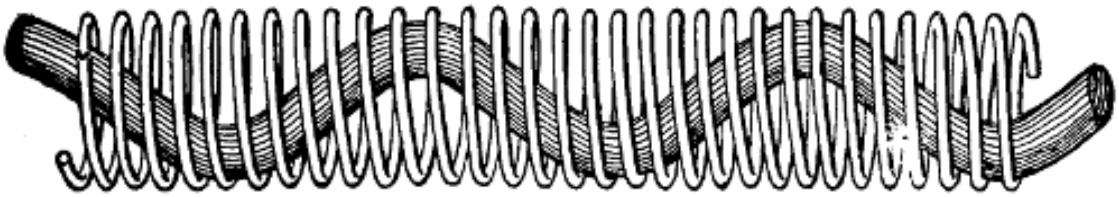


Канадская газовая плита.

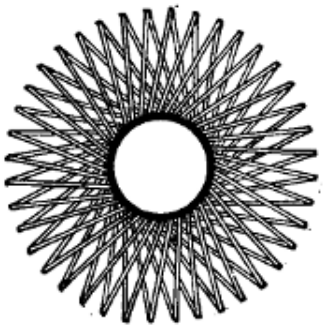
Трубки для утепления особенно эффективны при вдавливании или прогибе в направлениях, расположенных под прямым углом друг к другу и к оси трубки. Такая форма придает нагревающейся воде или пару вихревое движение, которое заставляет его быстрее расходиться со своим теплом, чем цилиндрическую трубку с такой же поверхностью. Электрический обогреватель Gold для уличных автомобилей, ванных комнат и тому подобного представляет собой спираль из прочного сплава, подвешенную в легкой металлической раме, при этом вся конструкция обеспечивает большую поверхность для воздуха. Автомобилям, приводимым в движение тепловыми двигателями, требуются змеевики с максимально возможной поверхностью, на которой может происходить охлаждение; во многих случаях этому охлаждению способствует работа вентилятора быстрого действия. Аналогичным образом конденсаторы паровых машин, особенно на борту судна, состоят из тонких трубок, представляющих для пара обширную зону охлаждения.

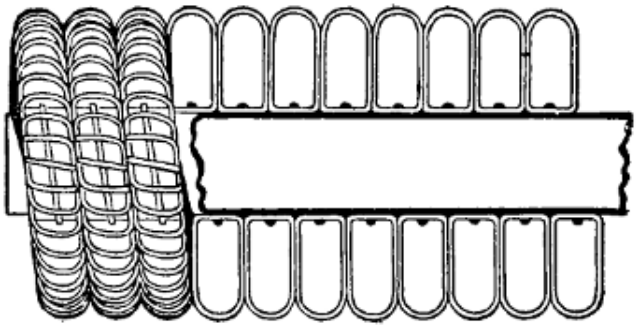


Трубка для радиатора.
Dalham Works, Манчестер, Англия.



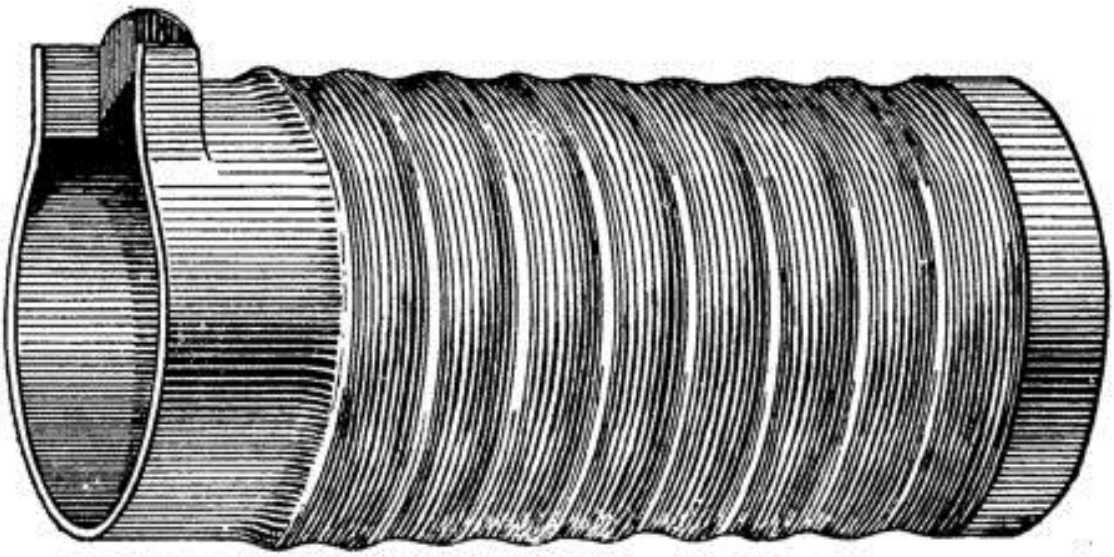
Электрический нагреватель Gold's.



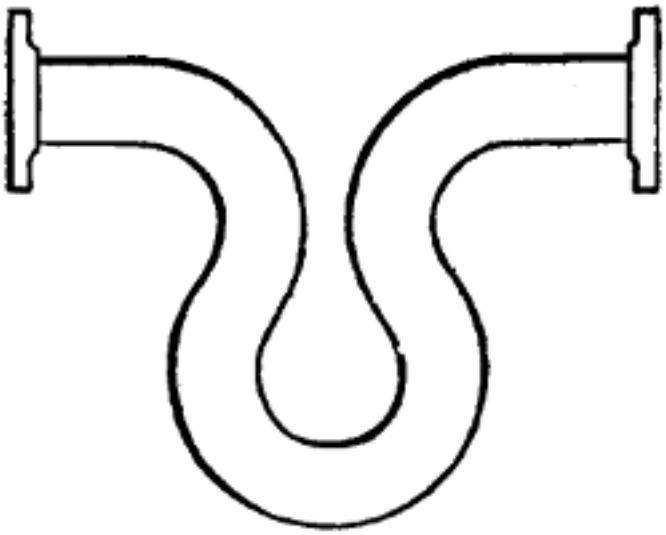


Проволочная трубка Stolp для автомобилей.

Изобретатели уже давно обращались к трудностям, вызванным расширением и сжатием конструкций при изменении температуры. В течение многих лет цилиндрические топки судовых котлов изготавливались из гофрированного материала, что позволяло им иметь определенный люфт, не срываясь с креплений и не разрывая швов при нагревании или охлаждении. Эта форма с успехом используется в топках Morison локомотивов Vanderbilt. В совершенно разных ситуациях металлические трубопроводы длиной, скажем, 100 футов защищены от проблем, связанных с усадкой или расширением при U-образном изгибе. Когда диаметр трубы составляет двенадцать дюймов, этот изгиб обычно составляет около десяти футов в длину; для шестидюймовой трубы достаточно изгиба длиной шесть футов. Другой проблемой, связанной с высокой температурой, является ограничение скорости из-за тепла, создаваемого трением. Новый тип циркулярной пилы имеет полую оправку, через которую течет холодная вода, так что движение может быть быстрее, чем когда-либо прежде. Такая же оправка используется в различных других машинах с аналогичными преимуществами.



Гофрированный котел.



Труба согнута таким образом, чтобы обеспечить сжатие или расширение.

ГЛАВА VIII
ФОРМА—*Продолжение*. ИНСТРУМЕНТЫ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ, РАЗРАБОТАННЫЕ С УЧЕТОМ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Кромкорезы старые и новые . . . Вырезать кольцо проще, чем целый круг . . . Токарные, строгальные, формовочные и фрезерные станки намного превосходят ручные . . . Абразивные круги и прессы заменяют старую технику . . . Использование создает красоту . . . Удобство в использовании. . . Изобретательность может стимулироваться нехваткой ресурсов.

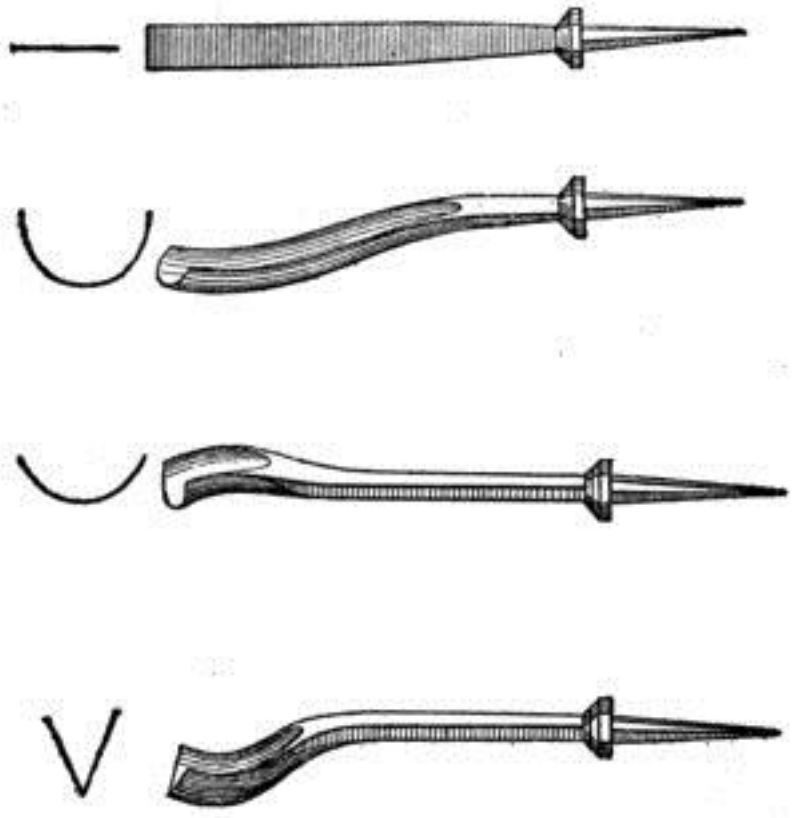
Инструменты и орудия труда.

Мы только что рассмотрели, слишком кратко, как экономятся свет и тепло благодаря конструкциям разумной формы. На этом этапе мы бросим беглый взгляд на экономию труда,

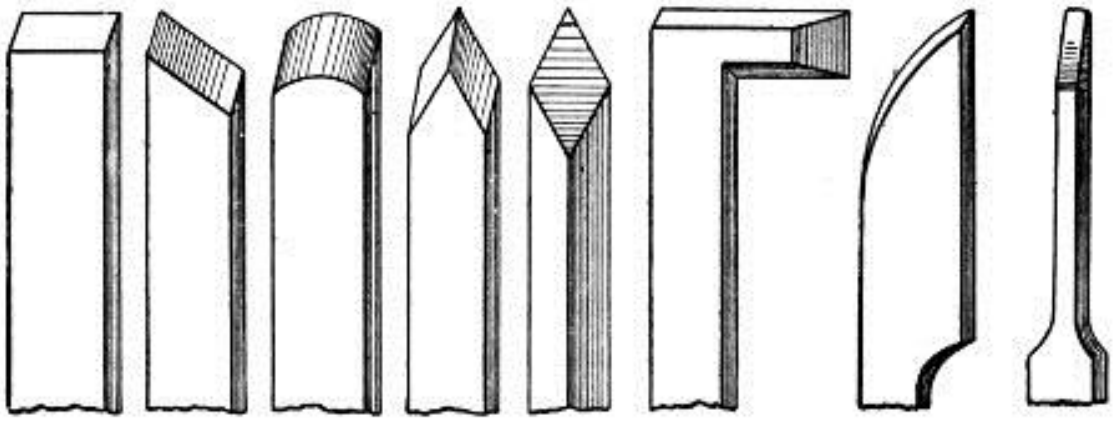
которой способствует продуманный дизайн инструментов и приспособлений, машин, которые воплощают их в себе для задач, выходящих далеко за рамки личного мастерства или мощи самого сильного и ловкого механика.

Когда в древности дикарь брал в руки камень, чтобы использовать его в качестве грубого ножа или долота, мы можем быть уверены, что он выбирал самый острый кремень, какой только мог найти. Если бы он мог улучшить его форму, сколотив из него что-то вроде клина, какая задача была бы проще? В наших музеях выставлено огромное разнообразие каменных молотков, топоров, ножей и наконечников стрел, демонстрирующих, как искусство давным-давно улучшило формы простых инструментов и оружия, предложенных природой. Современные орудия труда и оружие, при всем их огромном разнообразии, были прообразом грубого арсенала первобытного человека.

От его кремневого ножа произошло огромное разнообразие стальных режущих инструментов - от бритвы, вогнутой с обеих сторон, до топора, дважды выпуклого. По мере того как искусство становилось все более специализированным, по мере внедрения искусственной силы, контрасты формы одного инструмента с другим становились все более и более разительными. Брусок, которым режут металл, крепкий и прямоугольного сечения, в то время как ланцет немного шире или толще травинки. Ножи, которыми разрезают кожу, резину и веревку, сильно отличаются друг от друга; нож, которым разрезают книжные листы, лучше всего подходит, когда он тупой. Выемки для резьбы хорошо адаптированы к профилям, которые они должны резать; в то время как требования к токарному станку с электроприводом требуют, чтобы его инструменты были сконструированы с особой прочностью и жесткостью. Среди вращающихся ручных инструментов скоба является наиболее важной, позволяя рабочему использовать большие рычаги. Второстепенный инструмент, буравчик, раньше использовался чаще, чем сегодня. Теперь, когда шурупы сделаны с заостренными концами, они прокладывают свои собственные траектории.



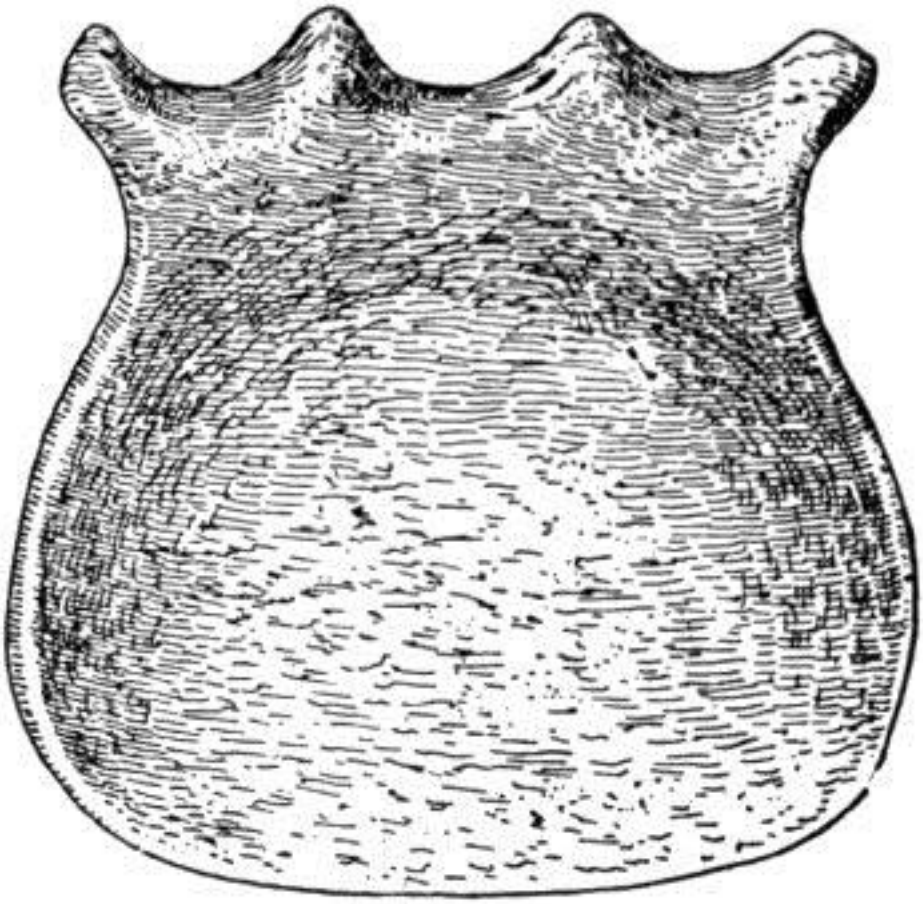
Резные стамески и выемки.



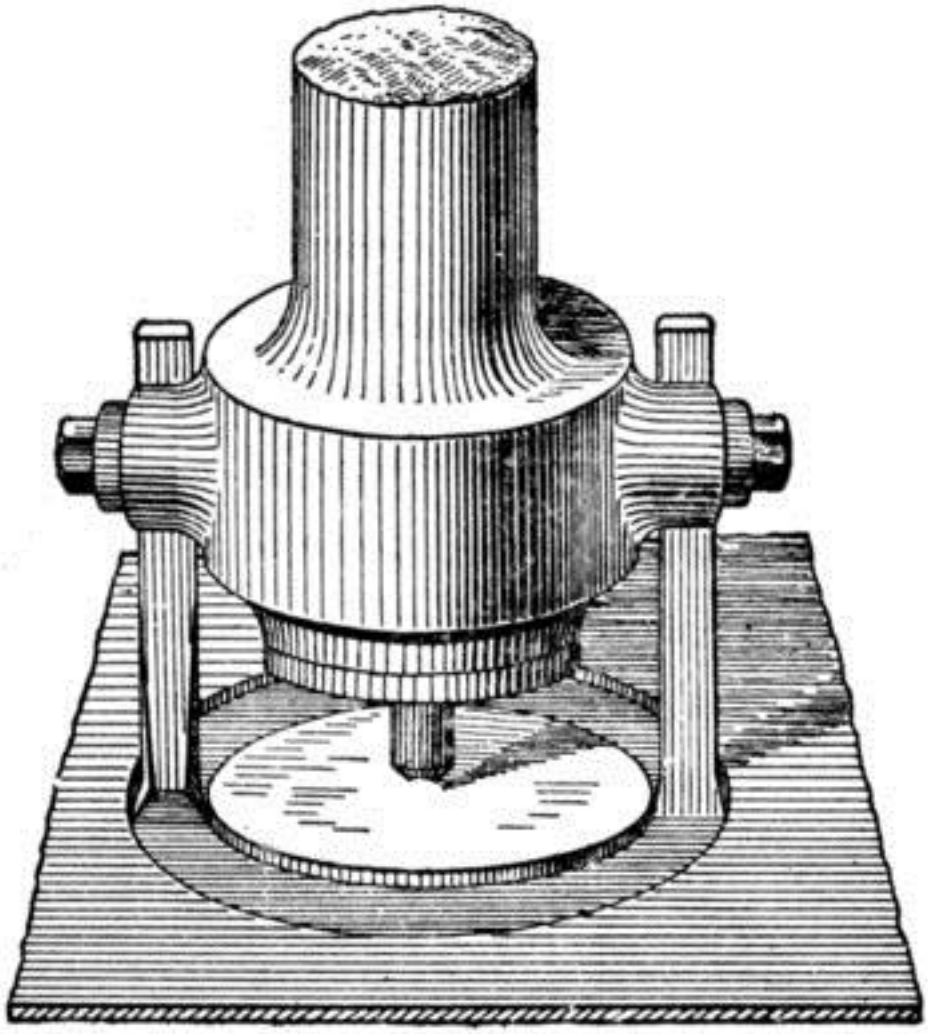
Токарные резцы.

Скоба для храпового долота.

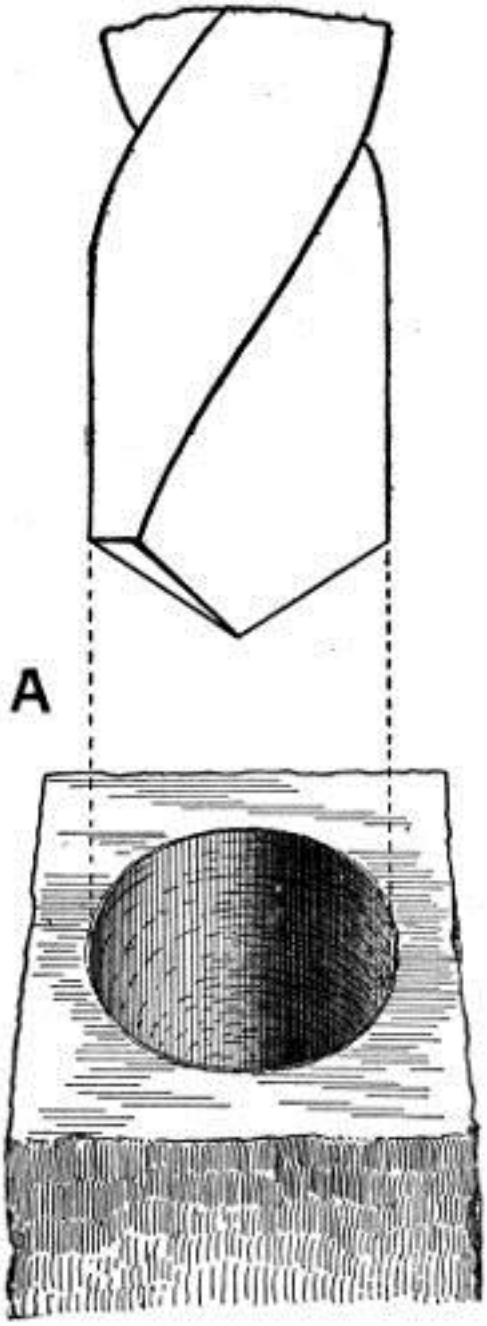
С самого начала изготовители инструментов демонстрировали мастерство в подгонке инструмента под руку, как в случае со скребком для кожи эскимосов; возможно, это простое приспособление появилось для копирования эффекта износа. Другие полезные подсказки были получены при наблюдении за инструментом после завершения его работы. В тех местах, где к лемеху лемеха прилипла грязь, плужнику давным-давно сказали, в каких местах поднимать металл; и наоборот, когда резец любого типа чрезмерно изношен в какой-либо части своей стороны, металл требует некоторого сужения.



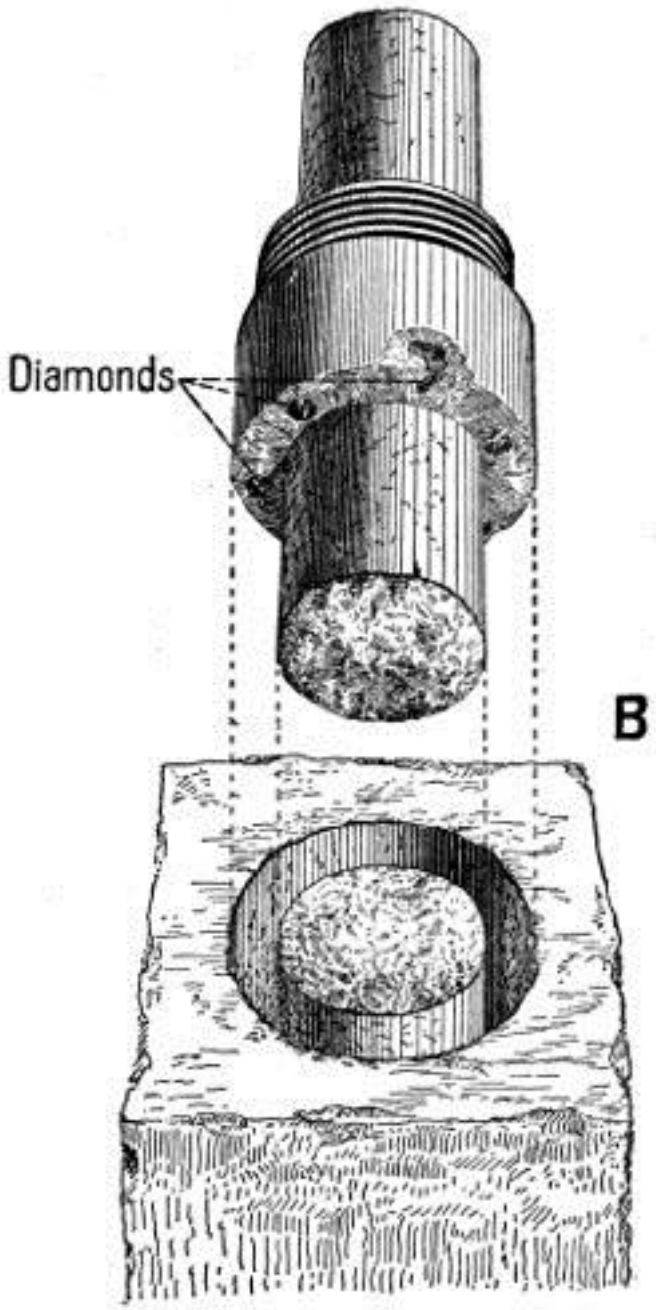
Скребок для кожи эскимосов.



Сверло с двойным инструментом для резки плиты котла.



Обычное сверло удаляет целый круг камня.

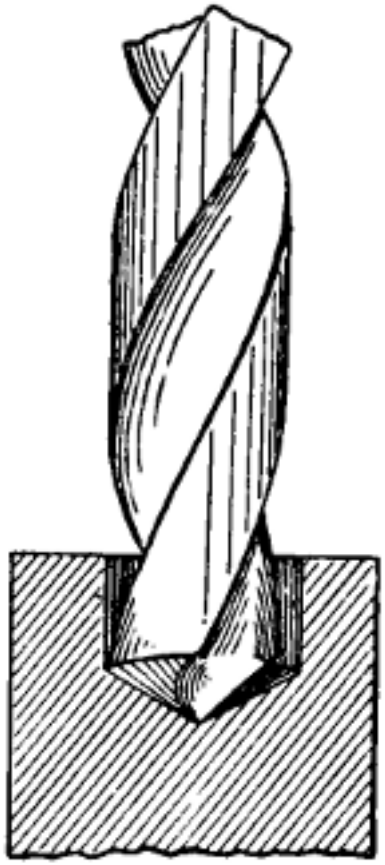


Кольцевое сверло удаляет гораздо меньше камня с тем же эффектом.

Кольцевые сверла.

Круг, скажем, диаметром в два фута, может быть легко вырезан из плиты котла двумя резаками, по одному на каждом конце горизонтального стержня, при этом стержень поддерживается центральной вертикальной осью, принимающей движущую силу. Поскольку разрез узкий, в виде стружки тратится мало металла. Разрез такой кольцевой формы обеспечивает желаемую экономию, даже если ширина обметываемого круга составляет всего дюйм или около того, а не несколько футов. Когда шнек проходит сквозь доску, он удаляет в виде щепы всю древесину в пределах своего радиуса действия; сверло обычной формы, когда оно протыкает камень или металл, действует аналогичным образом. Движущая сила значительно экономится, когда бур имеет трубчатую форму, с дополнительным преимуществом, заключающимся в том, что внутри кольцевого среза остается твердый цилиндр, который через определенные промежутки времени нужно

отламывать и извлекать, а его сердцевина сообщает инженеру, ищущему пластовую породу, разведчику шахт или нефтяных месторождений, или геологу, который с первого взгляда определяет состав минерала, силы, воздействовавшие на него век за веком. Такие сверла, оправленные алмазами bortz, показали замечательные результаты. При растачивании 260 колонн, окружающих купол капитолия в Спрингфилде, штат Иллинойс, стержни диаметром 22¾ дюйма были извлечены из отверстий шириной 24 дюйма; без потери прочности была достигнута экономия в весе на три пятых. Наугольной шахте Элленвуд в Кингстоне, штат Пенсильвания, керн шириной 17 футов 5 дюймов был извлечен из скважины шириной всего в пять дюймов. Когда инженеры в 1896 году планировали фундамент для Уильямсбургского моста в Нью-Йорке, самая глубокая из их 22 скважин находилась на глубине 112 футов ниже уровня высокой воды. Стальные сверла показали, что порода пласта на 12-20 футов выше, чем это было на самом деле; алмазное сверло показало, что предполагаемая порода пласта была просто россыпью валунов. Никакие другие известные средства не могли бы дать таких результатов. Таким же образом сверлили стальные орудия большого калибра, чтобы оставить ценный стержень, при этом в этом случае, как и во всех других подобных задачах, сверление требовало меньше энергии и оказывалось менее напряженным, чем если бы весь металл в радиусе действия сверла был превращен в осколки. Прототипом всех этих инструментов было простое кольцевое сверло, применявшееся две тысячи лет назад на берегах Нила; использовались полые камыши с песком в качестве резца.



Спиральное сверло.

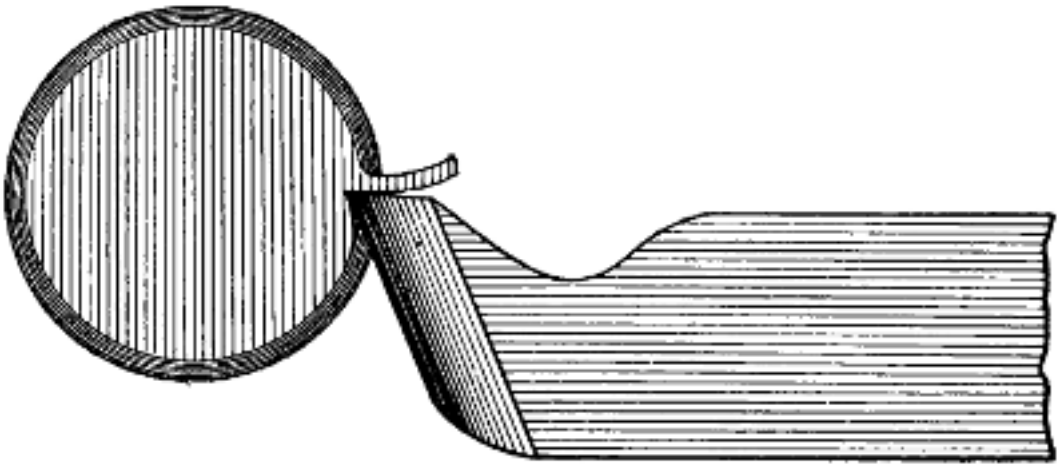
Спиральные сверла.

Спиральные сверла заменяют плоские сверла, поскольку они прочнее и лучше во всех отношениях. Спиральные сверла изготавливаются с небольшим сужением к концу хвостовика. Его поперечное сечение не совсем круглое, диаметр уменьшен на небольшом

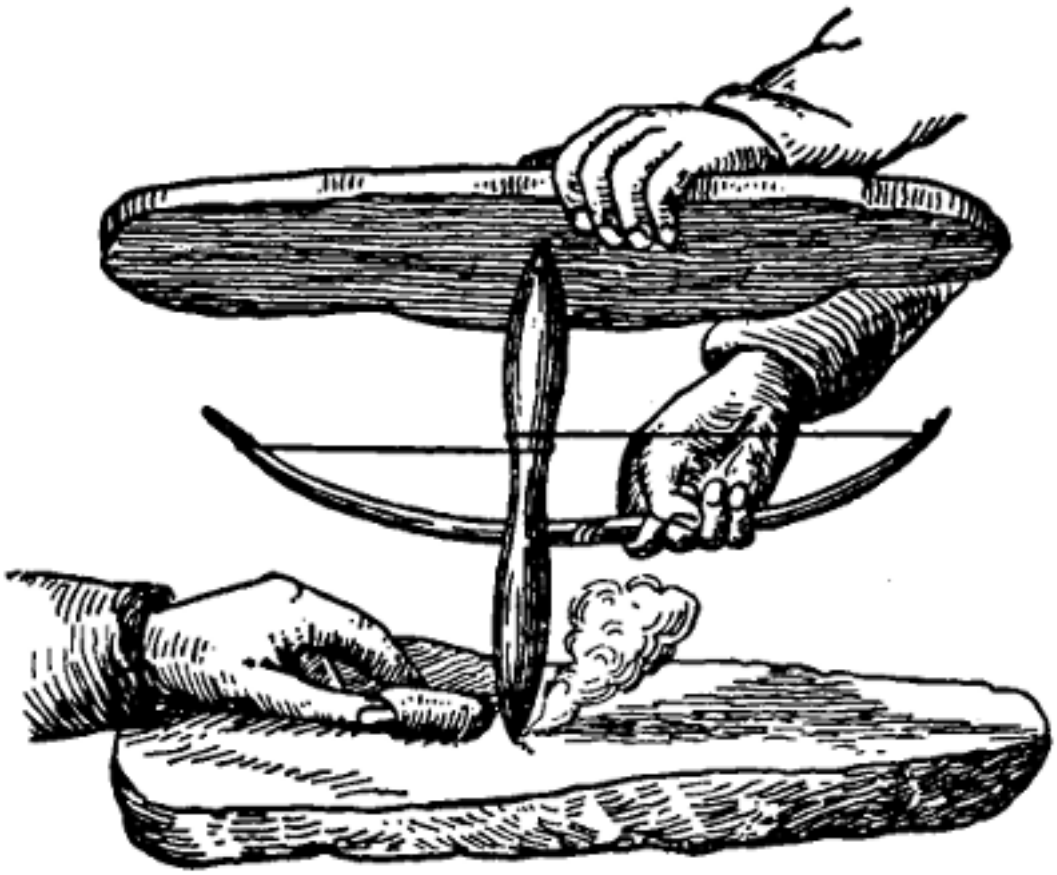
расстоянии позади режущей кромки, чтобы уменьшить трение и обеспечить как можно больший зазор между боковыми сторонами сверла. Все выступающие края канавок имеют форму полной окружности, что позволяет сохранить диаметр сверла и обеспечить устойчивость инструмента. Преимущество спирального сверла заключается в том, что его шлам свободно выходит наружу, при этом оно всегда работает исправно, без перековки или повторной закалки. Режущие кромки обычно шлифуются под углом шестьдесят градусов к центральной линии сверла; для работы с латунью угол должен составлять пятьдесят градусов.

Токарный и строгальный инструмент.

Способ, которым токарный инструмент режет металл, показан на схеме, которая представляет инструмент, выполняющий разрез вдоль куска кованого железа. Удаленный металл по своему диаметру и открытости говорит опытному оператору как о качестве его резца, так и о том, как на него влияет износ. Основное соображение, говорит мистер Джошуа Роуз, при определении надлежащей формы режущего инструмента для использования на токарном станке или рубанке, заключается в том, чтобы он имел заострение или наклон, делающий его достаточно острым для хорошей резки и в то же время максимально прочным; это в значительной степени определяется характером работы.



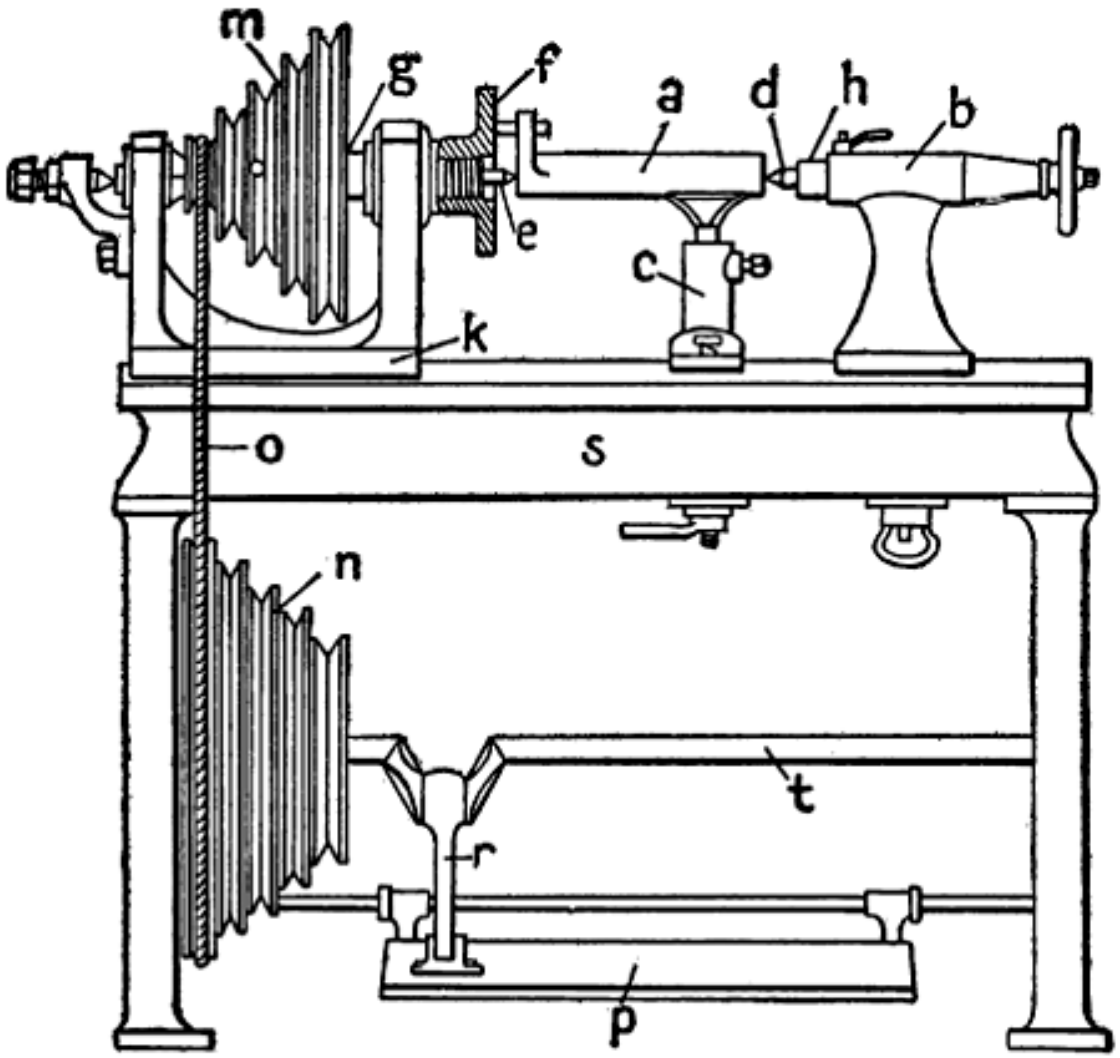
Как инструмент режет металл.
Начинаем второй разрез.



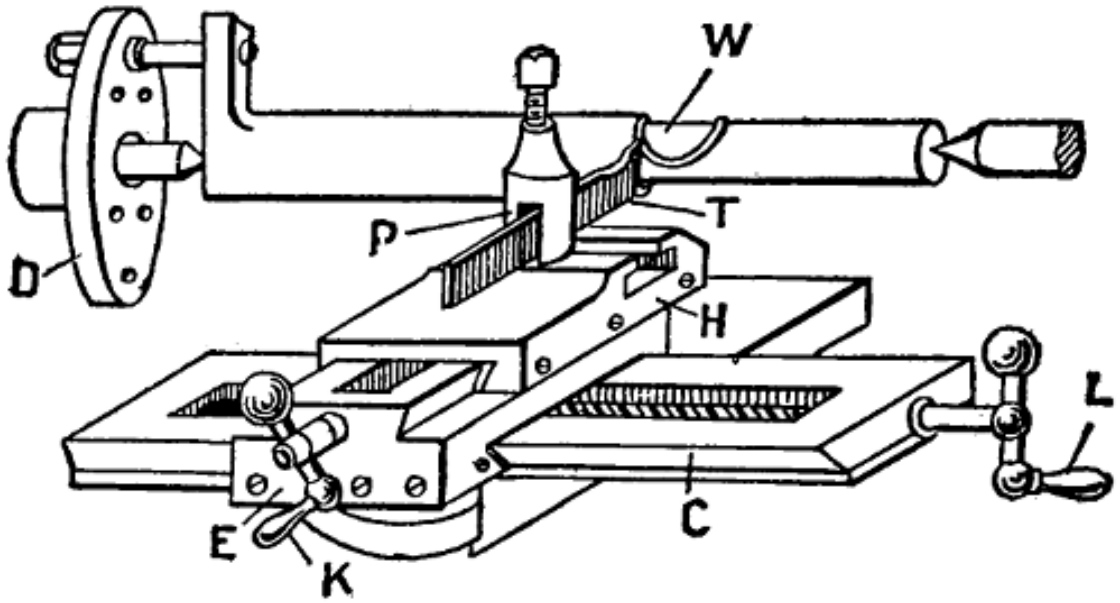
Пожарная тревога Дакоты.

Станки: Токарные станки.

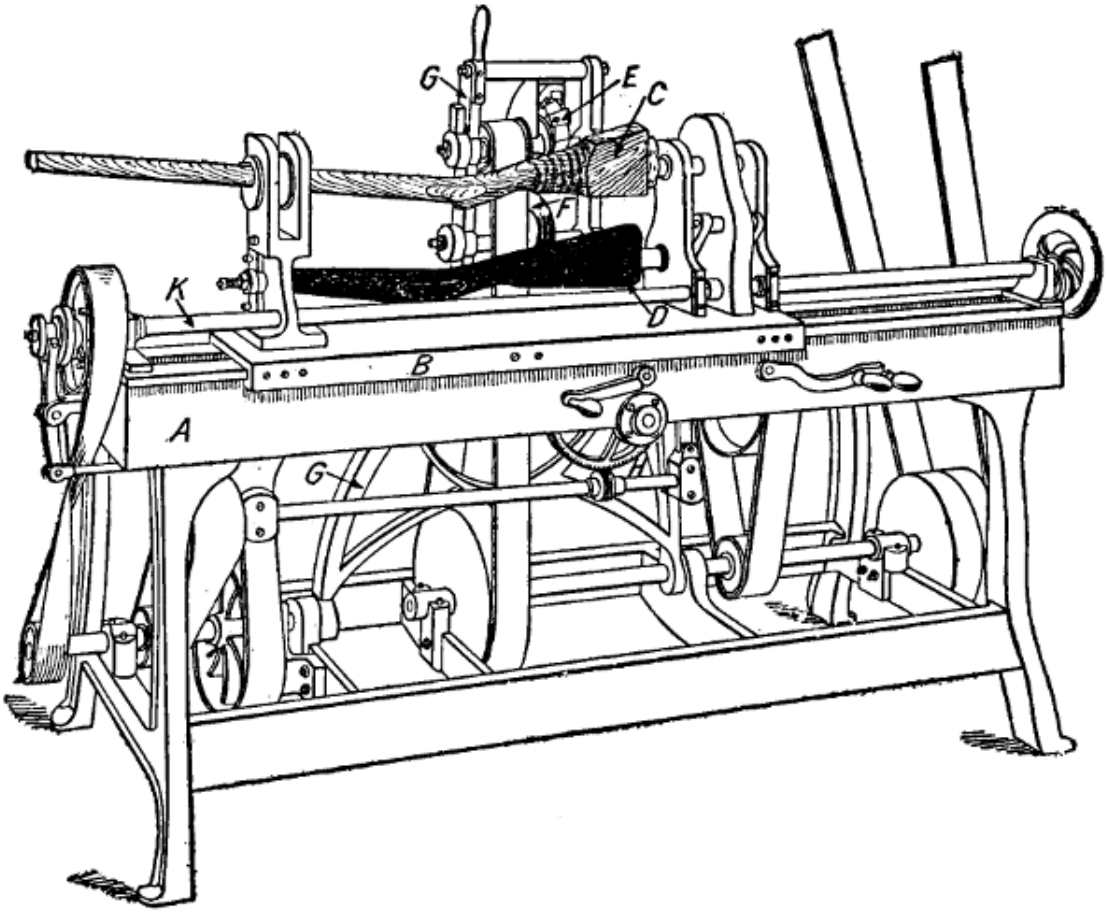
В последние годы большое значение приобрели станки для дешевого и быстрого придания формы дереву и металлу. Токарный станок является одним из главных. По-видимому, он произошел от носового сверла, инструмента, который вращался с помощью обмотанного вокруг него шнура, или, возможно, что под другим небом токарный станок произошел от гончарного круга, ось которого была изменена с вертикальной на горизонтальную плоскость. Веками на всех токарных станках режущие инструменты просто укладывались на брус или подставку, как на современных ручных токарных станках. Хотя это давало возможность проявить мастерство, это не способствовало крупномасштабному или равномерному производству. Генри Модслей около ста лет назад значительно расширил область применения станка, разработав направляющую, которая прочно захватывает режущий инструмент и автоматически перемещает его к оси обрабатываемой детали или от нее, а также вдоль обрабатываемой детали по любой желаемой линии. Это устройство одинаково применимо как для поворота пенала, так и для гранитных колонн собора или гребного вала океанского парохода.



Токарный станок: a, рабочая часть; b, хвостовик; c, подставка для ручного инструмента; d, мертвая точка; e, подвижный центр; f, лицевая панель; g, подвижный шпиндель; h, неподвижный шпиндель; k, головка; m, конический шкив; n, ведущий шкив; o, ремень; p, педаль; r, крюк педали; s, ножницы; t, рукоятка педали.



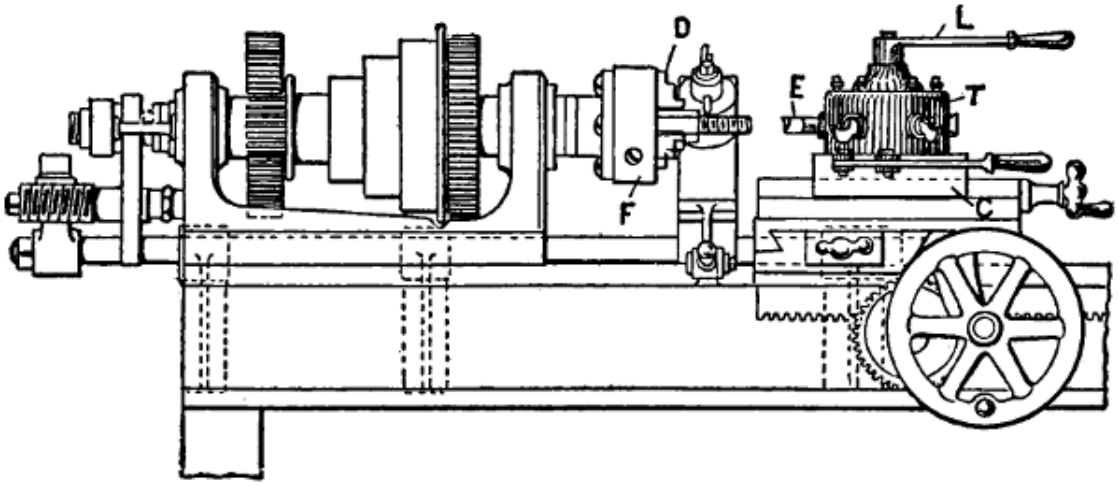
Составной упор для ползуна.
C - ножницы; E - каретка инструмента; H - поперечный ползун; K - рукоятка поперечного ползуна; L - рукоятка поперечной подачи; P - стойка инструмента; T - инструмент; D - привод; W - рабочая.



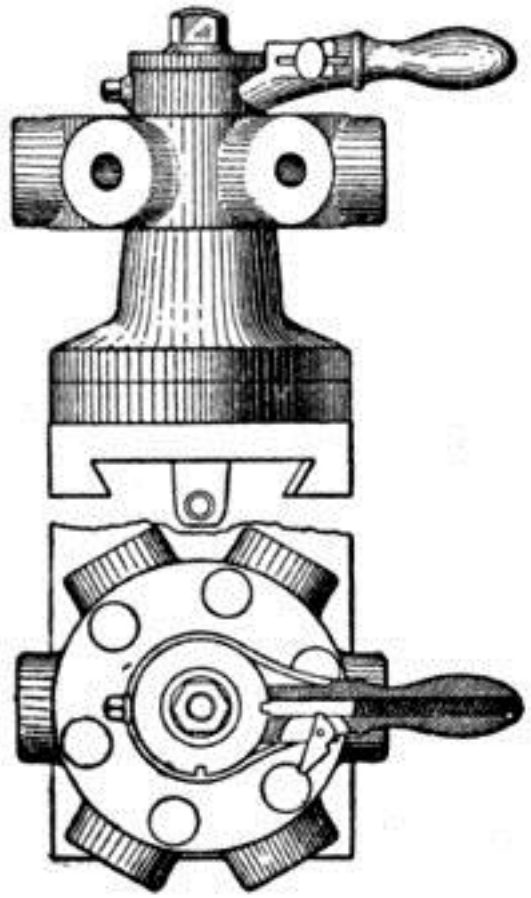
Токарный станок Бланшара.
A - рама; B - лафет; C - приклад; D - формирователь; E - режущая головка; F - направляющее колесо; G - качающаяся рама; H - механизм подачи; K - вал для вращающегося приклада и формирователя.

Токарный станок совершенствовался многими способами, пока не стал одним из самых сложных станков, приспособленных для выполнения задач, которые еще двадцать лет назад казались невыполнимыми. Здесь можно заметить только две его разновидности: токарный станок Бланшара для резки неправильных форм и токарно-револьверный станок. Иллюстрация, взятая со старой гравюры, показывает токарный станок Бланшара, первоначально созданный для изготовления обуви. Последний шаблон и блок для вырезания закреплены на одной оси и вращаются с помощью шкива. На скользящей каретке закреплены шарниры, на которых свободно подвешены оси режущего круга и равного по диаметру фрикционного колеса. Режущий круг вращается на горизонтальной оси и имеет по своей периферии ряд фрез. Фрикционный круг соприкасается с последней формой и прижимается к ней во время движения. Во время вращения рисунок, неровный на его поверхности, заставляет ось приближаться или удаляться от этого фрикционного круга; режущий круг соответствующим движением удаляет древесину из бруска до тех пор, пока не появится дубликат рисунка. Этот токарный станок, значительно усовершенствованный и модифицированный, теперь обтачивает не только ружейные ложи, рукояти топоров и тому

подобное, но и с точностью повторяет сложную резьбу. Украшения для вагонов Pullman производятся на этой машине.



Токарно-револьверный станок: ранняя модель Brown & Sharpe.
C - каретка; T - револьверная головка; L - ручной рычаг; F - лицевая панель; D - кулачковый патрон; E - инструмент.

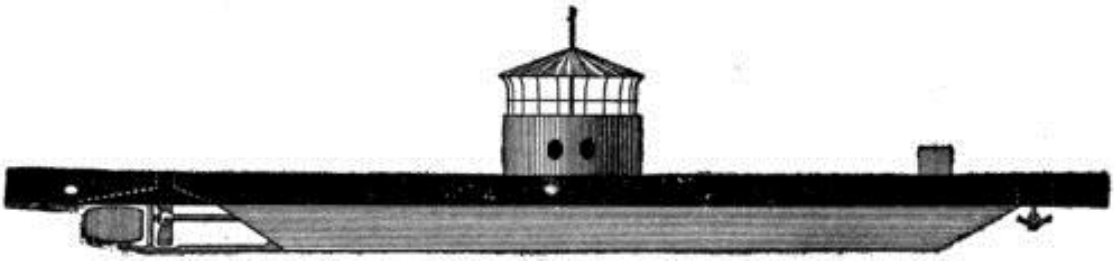


Револьверная головка токарно-револьверного станка.
Вид сбоку. Вид сверху.

Револьверный токарный станок, столь же изобретательный, имеет револьверную головку, на которой установлены, скажем, восемь различных инструментов, по одному на каждой из восьми граней. В свою очередь, каждый инструмент выполняет работу на своем переднем ходу; затем он удаляется, в то время как револьверная головка автоматически совершает

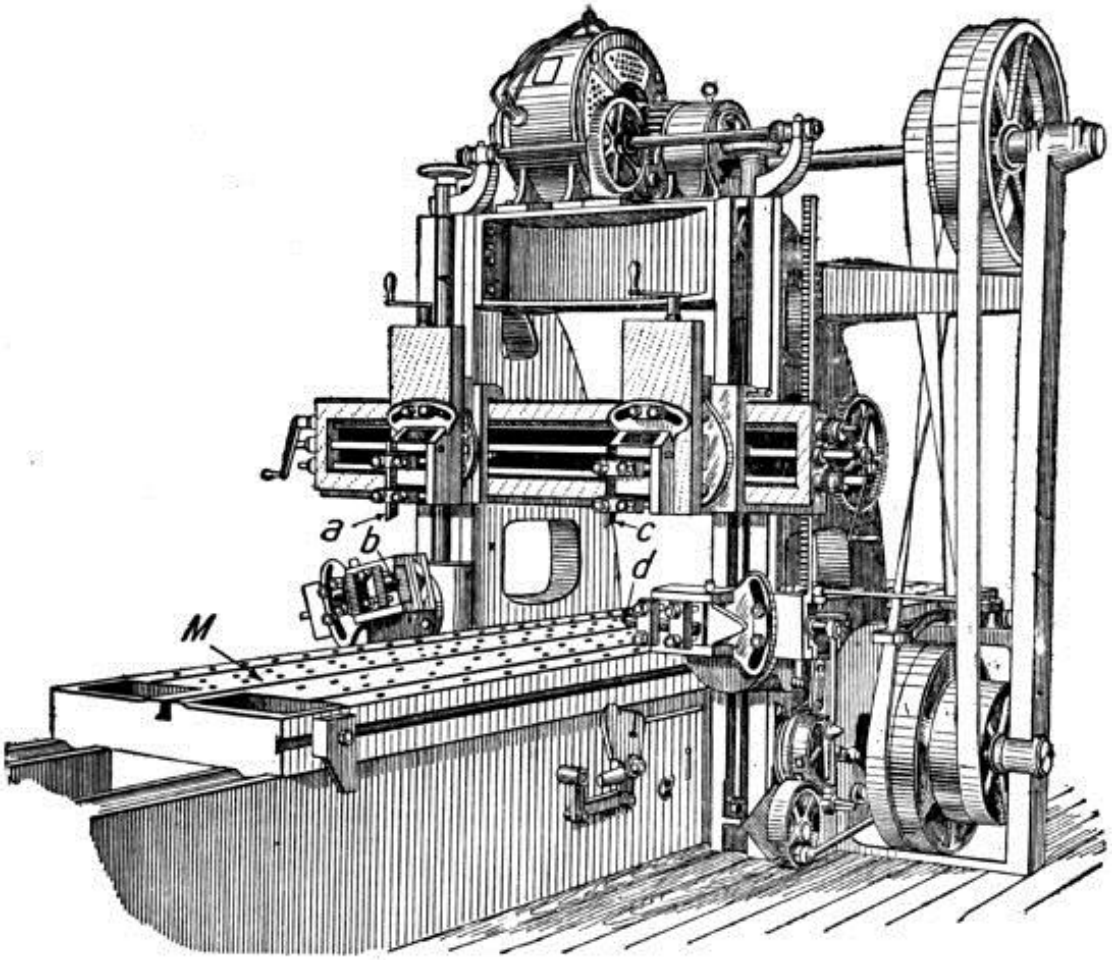
одно восьмое оборота, когда следующий инструмент выходит для выполнения своей задачи и так далее.[7]

[7] Револьверный принцип реализован в дрелях и множестве других станков. Он был замечательным образом применен Джоном Эрикссоном в его "Мониторе", спущенном на воду в 1862 году для участия в Гражданской войне. Поскольку этому судну приходилось плавать по мелководным рекам, его осадка была ограничена одиннадцатью футами. Поскольку таким образом было невозможно нести бремя брони, необходимой для защиты судна с высокими бортами, он был вынужден спроектировать затонувший корпус. Орудия и наводчик были защищены в закрытой цилиндрической башне, которая, поворачиваясь вокруг своей вертикальной оси, вела круговой огонь, в то время как Монитор стоял неподвижно. Оригинальная башня Эрикссона и ее более поздние модификации в ведущих военно-морских силах мира описаны в книге Уильяма Конанта Черча "Жизнь Джона Эрикссона", Нью-Йорк, Скрибнер, 1890.

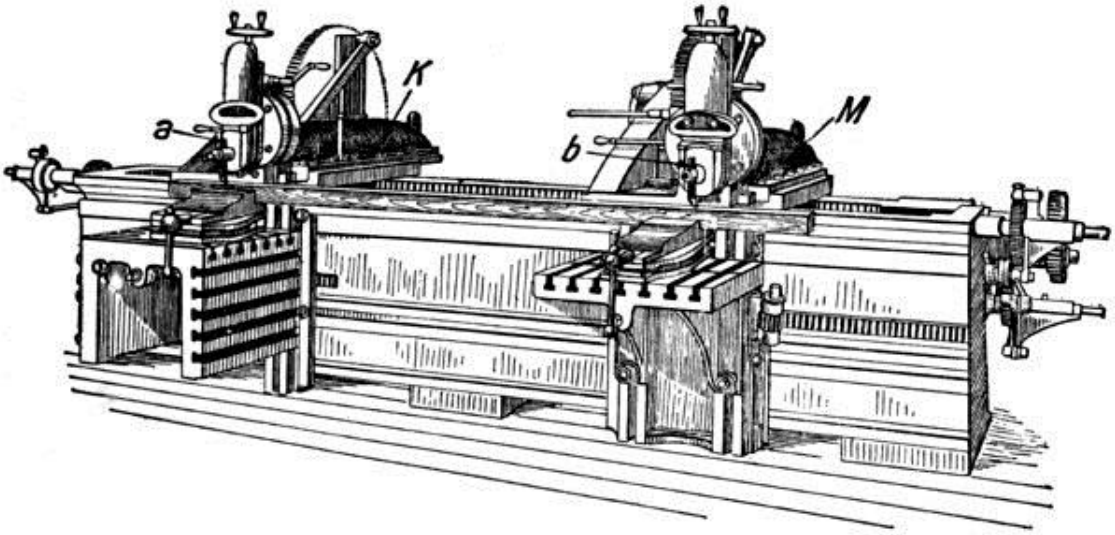


Монитор эрикссона.

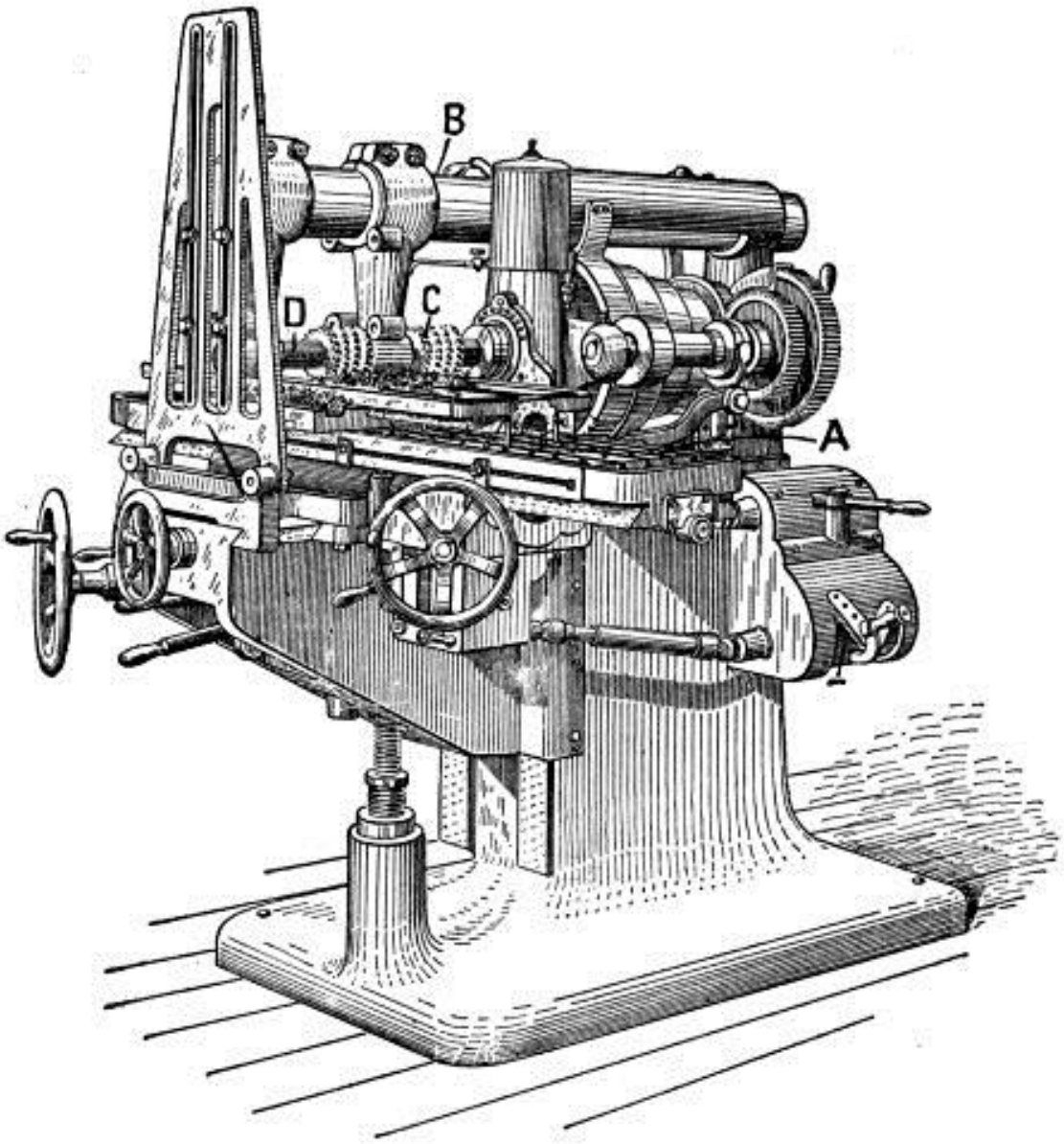
Токарные станки привели к появлению строгальных станков, которые в настоящее время отличаются большой прочностью и имеют очень сложные конструкции. В токарном станке объект поворачивается по центру относительно инструмента; строгальный станок перемещает свой инструмент во вращающемся цилиндре, при этом заготовка подается по прямой линии. Формовочная машина, имеющая почти такую же основную конструкцию, перемещается во время выполнения своей работы, дерево или металл, с которыми работают, остаются неподвижными. С рубанком или формовщиком размер и равномерность обработки зависят от мастерства оператора. Рубанок привел к изобретению станка, который не требует этого умения. В 1811 году Брама применил вращающийся резец для строгания железа, приспособив к металлу знакомый механизм для строгания дерева. Это было началом создания фрезерного станка, ныне столь замечательно разработанного и усовершенствованного. Опытный механик устанавливает станок и патроны, удерживающие работу; неквалифицированная рука может продолжить операции, при этом его изделия будут равномерно соответствовать желаемым размерам и формам. Легко выполняются замысловатые формы, совершенно невыполнимые на любом другом станке. Сначала вращающийся механизм и его резцы представляли собой единый кусок металла; в наши дни резцы дорогостоящего качества вставляются в дешевый металл; эти вставленные резцы при износе легко заменяются.



Строгальный станок по железу; a, b, c, d - стационарные режущие инструменты; M - подвижная станина.
Niles-Bement-Pond Co., Нью-Йорк.

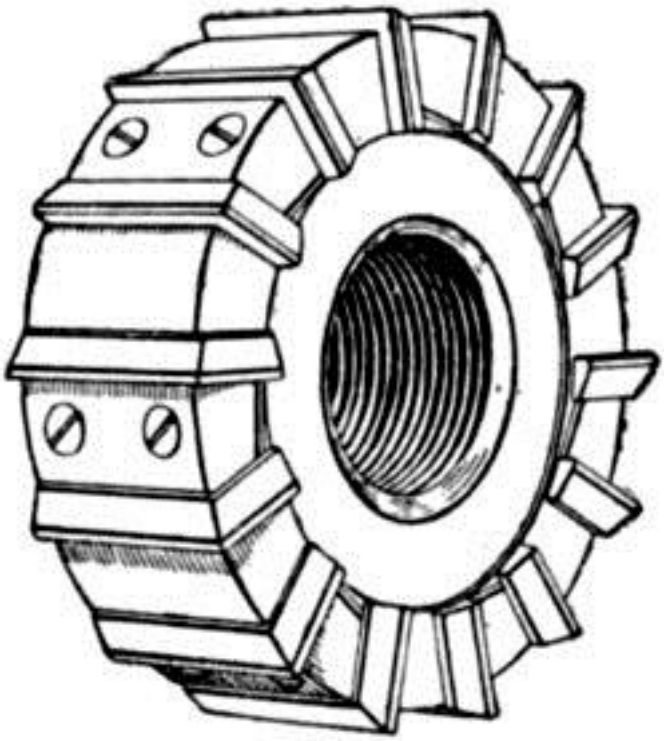


Станок для формования чугуна: a, b, стационарные режущие инструменты. K, M, направляющие стержни.
Niles-Bement-Pond Co., Нью-Йорк.



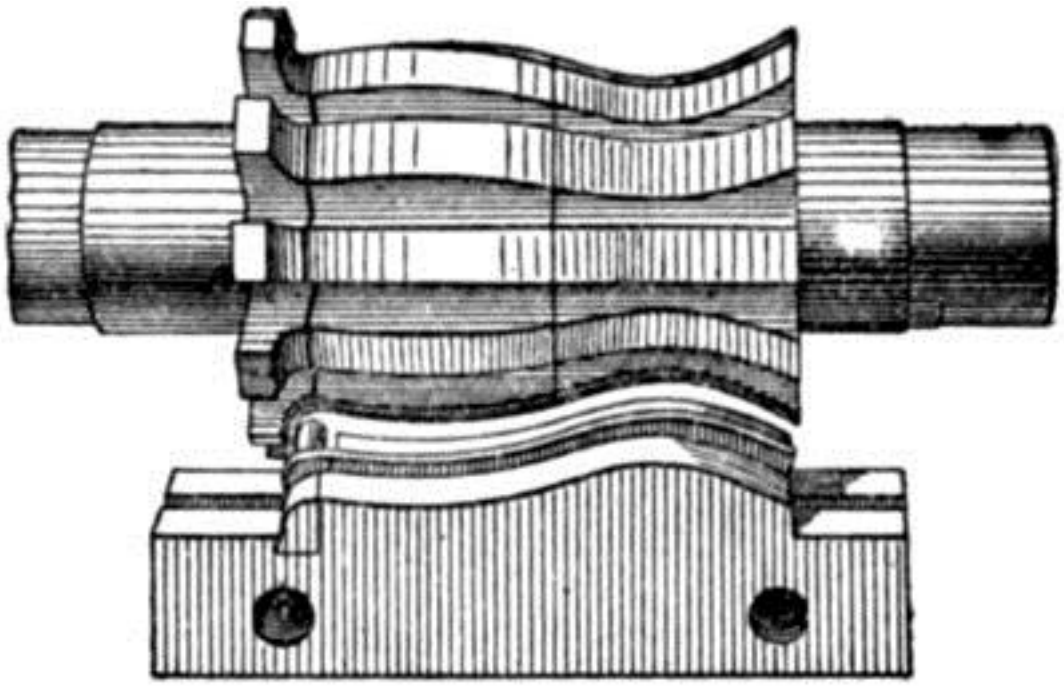
Фрезерный станок, R. K. Le Blond Machine Tool Co., Цинциннати.
A, стол; B, выступающий рычаг; C, фрезы; D, шпиндель; E, подающий механизм.

Во многих случаях фрезерный станок вытесняет строгальный станок как гораздо более экономичный. В цехах компании Taylor Signal Company в Буффало фрезеровщик из компании Cincinnati Milling Machine Company выполняет в девять раз больше работы, чем строгальщик. Он выполняет первый разрез глубиной ⅛ дюймов при полной ширине 12 дюймов, совершает 60 оборотов в минуту, подает 0,075 дюйма за оборот, обеспечивая ход стола 4½ дюйма в минуту с пределом точности 0,001 дюйма.



Фрезы со вставными зубьями.
Cincinnati Milling Machine Co.

Теперь давайте взглянем на то, что пришлось выстрадать великому изобретателю из-за того, что он жил до эры станков, по сути, до появления этого незаменимого органа токарного станка - суппорта. Первые паровые машины Джеймса Уатта, построенные на заводе в Сохо, недалеко от Бирмингема, описываются следующим образом: “Был изготовлен чугунный цилиндр диаметром более 18 дюймов, толщиной в дюйм и весом в полтонны, не совершенный, но без какой-либо грубой ошибки, а поршень, чтобы уменьшить трение и последующий износ металла, был опоясан латунным обручем шириной в два дюйма. При первом испытании двигатель работал на удивление плохо; он делал восемь ударов в минуту; но когда Джозеф попытался его починить, он остановился; и это тоже, хотя поршню помогали всеми приспособлениями: шляпой, папье-маше, жиром, порошком для черноголовки, бутылкой масла, чтобы просачиваться через шляпу и смазывать стенки, и, прежде всего, железным грузом, чтобы поршень не оставлял бумагу при ходьбе — после устранения некоторых недостатков клапанов двигатель делает 500 ходов при весе угля около двухсот килограммов ”. Еще через месяц или два, при лучшей конденсации, он “делает 2000 ударов при весе угля в сто тонн”.

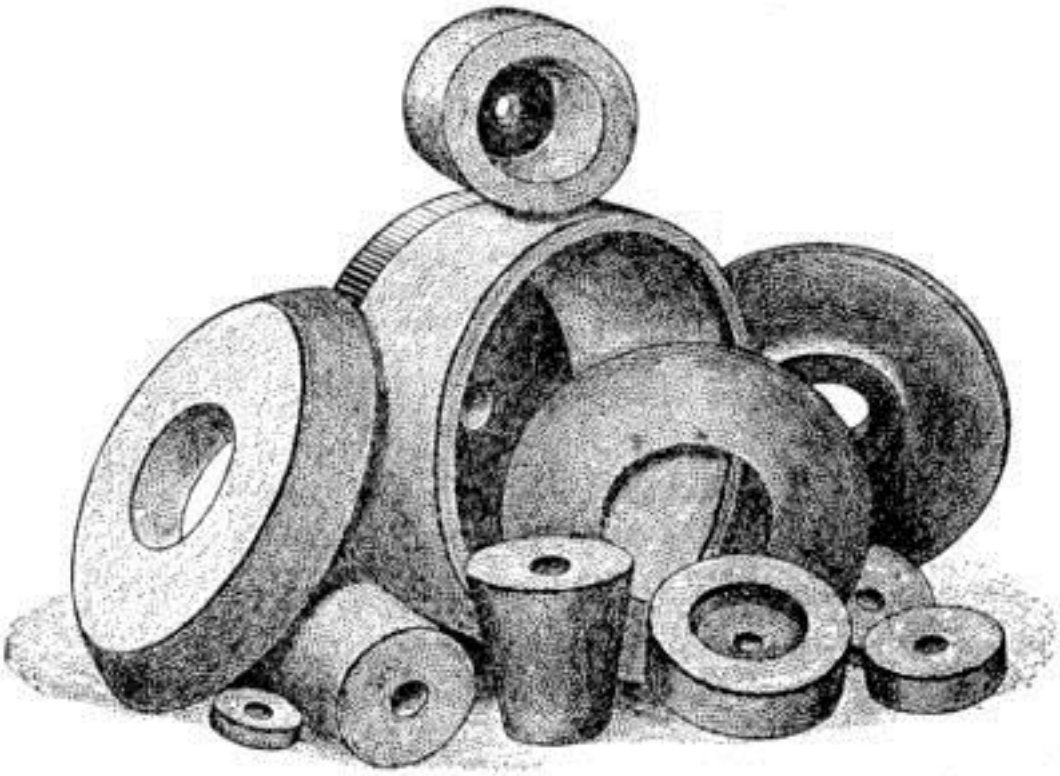


Фрезерные станки, выполняющие сложные изгибы.
Brown & Sharpe, Провиденс, Р.И.

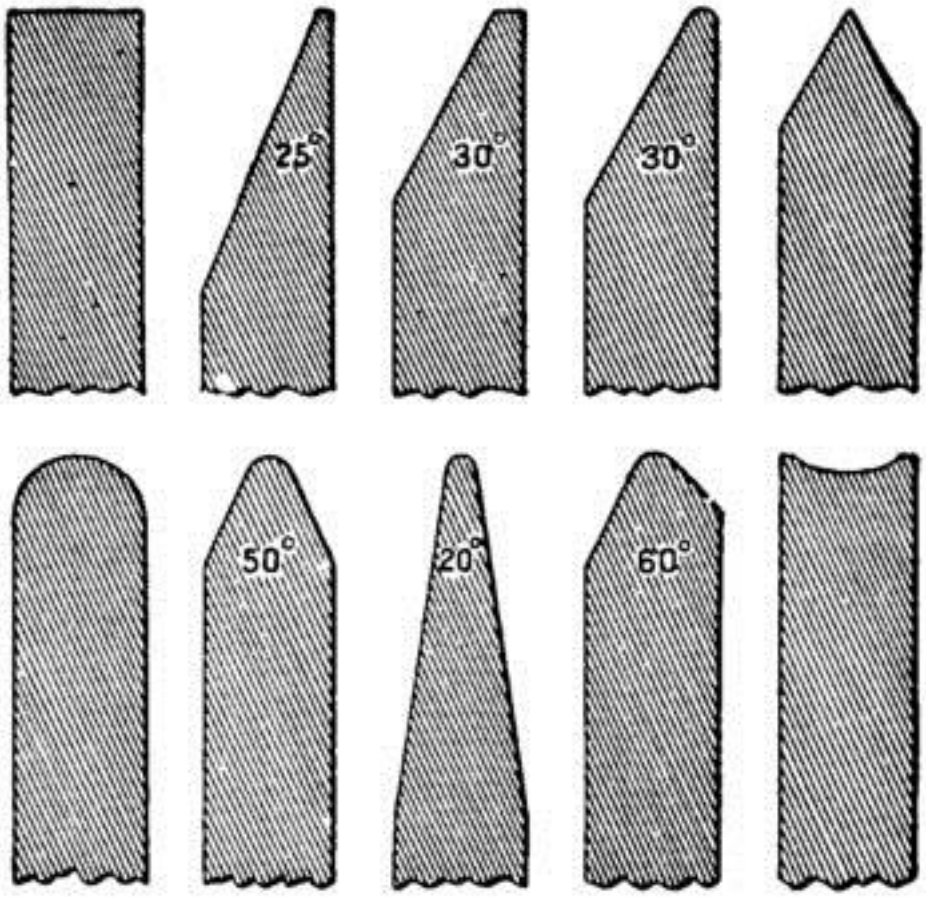
Наждачные и карборундовые круги.

Наждачные, карборундовые и алундовые круги изготавливаются на основе точильного камня далекого прошлого. Этот камень придает прямолинейную отделку или кромку обрабатываемым поверхностям; и когда работа смещается перед камнем, эти поверхности могут приобретать изогнутый или иной контур. Но точильный камень, пусть даже самый твердый, какой только можно найти, недостаточно тверд, чтобы принимать и сохранять какую-либо иную форму, кроме цилиндрической. Его современные преемники, особенно карборундовый круг, могут иметь различные формы и быстро и экономично переносить их на металл.

Карборунд, соединение кремния и углерода, производится на Ниагарском водопаде, штат Нью-Йорк, методом, разработанным г-ном Э. Г. Ачесоном. В электрическую печь помещают гранулированный кокс, песок, немного соли и немного опилок, чтобы сохранить пористость смеси и позволить образующимся газам свободно выходить. Для получения кристаллов карборунда, полученных таким образом, требуется семь лошадиных сил в час на каждый фунт; по твердости они уступают только алмазу. Соединенные под сильным гидравлическим давлением стекловолокнистой связью, они в восемь раз эффективнее наждака при истирании. Карборундовые диски заменяют токарные станки как средство доводки осей, поршневых штоков и роликов; их точность непревзойденна, при этом они требуют всего лишь в три раза меньше времени, необходимого стальному инструменту.



Наждачные круги.



Компания Carborundum Co., Ниагарский водопад, Нью-Йорк
Кромки колес из карборунда.

Форма в пластических искусствах.

На самой заре искусства из влажной глины лепили полезные тарелки и миски. Это предвосхищает не только все, чего с тех пор достиг гончар, но и все, что было достигнуто в литейном цехе и на монетном дворе. При изготовлении кирпичей, плиток и терракоты первой задачей является придание глине пластичности, затем используется преимущество ее пластичности. Подобным образом мы нагреваем металл до текучести, а затем заливаем его в форму для изготовления ограждения, плиты или автомобильного колеса. Электрическая ванна совершенствует этот процесс. Медь, скажем, растворяется в резервуаре, и одновременно ее частицы осаждаются на пресс-форме, из которой металл можно легко извлечь, избегая деформации, неизбежной при нагревании.

За последние десять лет бетон приобрел большое значение как строительный материал, особенно армированный сталью. Гораздо проще и дешевле отлить стену в формы, чем укладывать кирпичные блоки или резать и утилизировать каменные изделия. В других разделах этой книги несколько страниц посвящено железобетонуи его применению.

Прессование и штамповка.

Прессование, как и формование, в последние годы значительно расширило ассортимент форм. В зародыше это восходит к далеким временам, когда печати оттискивались на глиняных табличках, а монеты или медали чеканились из твердых матриц. В производстве стекла пресс использовался веками. Дешевые прессованные стаканы и миски долгое время сопровождались дешевыми металлическими кастрюлями и сковородками, тарелками и тазиками, штампованными машинным способом. В настоящее время значительно расширенное и усовершенствованное оборудование, такое как пресс Bliss, изготавливает кухонную раковину из стального листа, формирует шестерни из круглых металлических брусков и выполняет замысловатые изгибы мандолины на пластине из алюминия. Долгое время токарный станок давал нам из тонких металлических листов разнообразные чашки, блюдца, тарелки, детали чайников, ламп и тому подобное. Сегодня каждое из этих изделий изготавливается одним ударом штампа, доказывая, что металлы пластичны в такой степени, о которой раньше и не подозревали. Таким образом, получается, что швы, необходимые жестянщику и меднику, со всей их склонностью к протечкам и нечистоте, в значительной степени устранены и вскоре могут быть полностью устранены. Процесс прессования проиллюстрирован на страницах 184-186 этой книги.

Старые и новые средства придания формы.

Сегодня мы богаты старыми и новыми возможностями для придания формы. Для придания формы путем разделения у нас есть огромное разнообразие ножей, ножниц, пил, топоров, топориков и секаторов. Они вместе с молотками, стамесками и выемками позволяют нам отделить от массы не просто рейку, панель или столешницу, а резьбу или статую. Поверхности разглаживаются рашпилем, напильником, рубанком; песок натирается абразивным способом, или падает с высоты, или принудительно выдувается струей пара или воздуха. Наждак, нанесенный на бумагу или наклеенный на круг, шлифуется с точностью и скоростью, новыми для искусства; и все, что может сделать наждак, превосходит карборунд и алундум, которые срезают металл, словно мел, какой бы твердости он ни был. Перфорация выполняется вращающимися сверлами, или пескоструйной обработкой, или, в некоторых случаях, агрессивными кислотами - последним ресурсом при обработке огнеупорного камня. Валки огромной мощности уменьшают толщину чугуна и стали и, при соответствующей форме, придают форму железнодорожным рельсам, балкам и тому подобному. Каждый

инструмент и приспособление, старое или новое, теперь воплощено в машинах гигантской мощности или многократного действия, так что мастерство более раннего поколения либо вообще не востребовано, либо переходит к деликатным задачам, к которым раньше никто не прибегал. Именно благодаря прессам огромной мощности металлам сегодня придаются формы, успешно соперничающие с древним искусством самого основателя. Действительно, искусство придания формы путем заливки жидкости в формы в настоящее время в основном применяется при работах, где тепло не играет никакой роли, — например, при выполнении работ строителем по бетону, при работе электрика, когда он использует ванну для отделения металла от руды или для покрытия поверхности серебром или золотом.

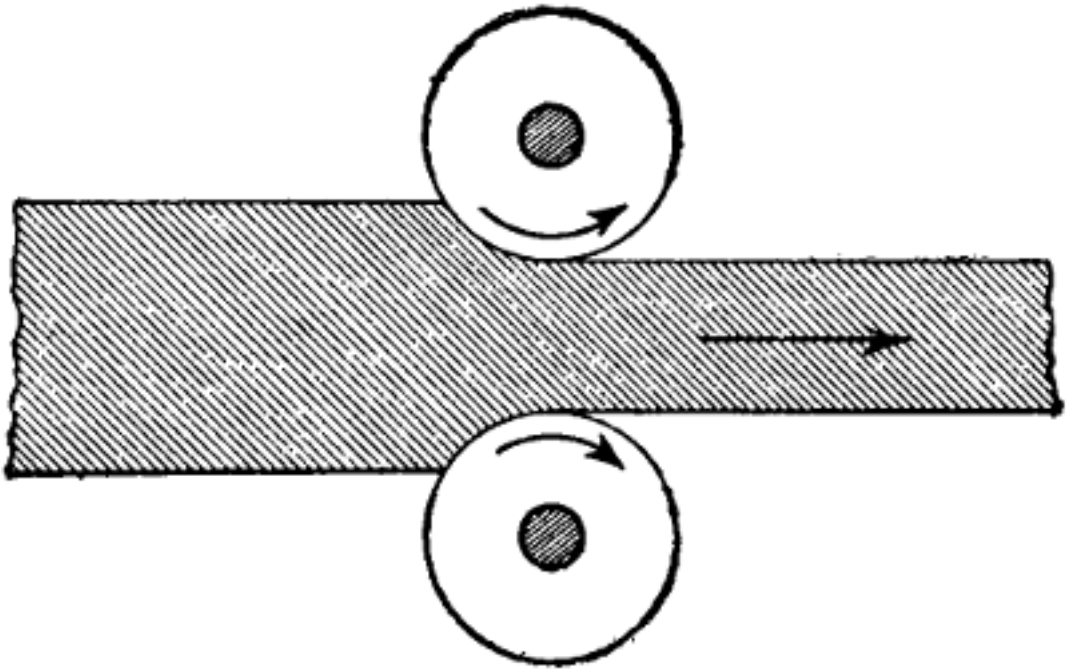


Схема валков для уменьшения толщины стали.

Использование Создает Красоту.

Разительный контраст с разнообразными средствами современного труда составляют простые инструменты доисторического мастерства, которые, сильно или мало модифицированные, и по сей день по-прежнему необходимы механику, строителю, инженеру. Эти простые вспомогательные средства рано приобрели восхитительную форму и стали еще более полезными. Говорит мистер Джордж Борн: —

“Красота инструментов не случайна, а неотъемлема. Контуры корабельного паруса, колышущегося на ветру, не более неизбежны и изящны, чем изгибы тесла или лемеха плуга. Отлитый из чугуна или стали, изящный лемех менее подвержен разрушению, чем металл, но при этом податлив в пределах своего типа. Он меняется для разных почв; он расширяется или сужается; в нем есть глубокие борозды или неглубокие; не из-за каприза литейщика или для удовлетворения художественной прихоти, а для удовлетворения технических требований опытного пахаря. Самый известный пример красоты, указывающий на тонкую технику, - это восхитительная форма лодок, которая настолько изменчива, говорит старый сотрудник береговой охраны, что лодка, лучше всего приспособленная для одного участка берега, может быть опасной, если не совсем бесполезной, на другом участке в десяти милях от него. И как техника определяет конструкцию лодки, повозки или лемеха для плуга, так и она полностью контролирует изготовление инструментов и отвечает за любую красоту или форму, которыми они обладают. Из всех инструментов, конечно, нет более изысканного, чем

смычок для скрипки. Но смычок для скрипки никогда не был бы доведен до совершенства, потому что не было бы нужды в его утонченной тонкости, в его рассчитанном балансе легкости и силы, если бы техника скрипача не достигла такой изумительной тонкости. Ибо именно опытный художник привередлив в отношении своих инструментов; неуклюжий новичок может напортачить с чем угодно. Смычок для скрипки, однако, представляет собой лишь один пример правила, которое одинаково хорошо иллюстрируется многими более скромными инструментами. Кирка каменщика, кнут кучера, крикетная бита, удочка, мастерок - все это имеет непосредственное отношение к мастерству тех, кто ими пользуется; и подобно животным и растениям, приспосабливающимся каждое к своему месту во вселенском порядке, они достигают красоты благодаря своей приспособленности. Тот закон приспособления, который формирует крылья ласточки и предписывает осанку и изящество ветвей деревьев, - это тот же самый закон, который требует симметрии в скирде и выпуклости в стволе; и который, проявляясь с непревзойденной точностью благодаря тренированному чутью сенокосцев и дровосеков, придает окончательный изгиб рукоятям их кос и древкам их топоров. Следовательно, красота инструмента - верный признак того, что в правильном обращении с ним присутствует техника ”.[8]

[8] Журнал "Корнхилл", Лондон, сентябрь 1903г.

В ходе разумного обзора машиностроения станков г—н Чарльз Гриффин сказал следующее относительно удобства:-[9]

[9] Инженерный журнал, Нью-Йорк, май 1901г.

Удобство в использовании машин.

“Инструмент - это инвестиция, проценты, которые он приносит, зависят от объема работы, которую он выполняет за данное время. Это во многом зависит от удобства манипулирования, включающего изучение рычагов, ручек, колесиков, шишечек и других вспомогательных устройств, их формы и расположения с учетом наилучшей адаптации к телосложению обычного человека, легкости и размаха их движений, а также скорости, с которой эти движения могут быть выполнены. Положение оператора, его естественные склонности, движения, которые он будет выполнять, - все это должно быть представлено с учетом достижения им максимального удобства. Это исследование, в отсутствие какого-либо аналога предлагаемой машины, часто вынуждает прибегать к грубым моделям или вместо этого к наброску на доске в натуральную величину, простирающемуся до пола, на котором для удобства можно примерить расположение деталей ”.

Богатые или скудные ресурсы влияют на изобретательство.

В Национальном музее в Вашингтоне посетитель, рассматривающий образцы искусства американских аборигенов, поражен сочетанием полезности и красоты. Лодка и весло, копье и крюк, корзина и ваза столь же замечательны по форме, сколь и полезны в путешествиях, на рыбалке или при перевозке зерна или воды. То, как далеко может зайти дизайнер-абориген, во многом зависит от того, какие разнообразные ресурсы предлагает ему Природа. Не несколько десятков семей на уединенном островке Тихого океана могут соперничать с тканями и резьбой, демонстрируемыми племенами из Пенсильвании или Калифорнии, изобилующими разнообразными минералами, растениями и животными. Когда мастерство и изобретательность занимают столь богатую территорию, они расцветают в высочайших произведениях искусства аборигенов. И все же может случиться так, что сама скудость ресурсов дизайнера лишь подстегивает его к еще большей изобретательности. Это зависит от того, кто этот человек. Когда мы смотрим на коллекцию эскимосских гарпунов и ножей,

пальто и каяков, мы поражаемся, что все это может быть произведено с таким высоким качеством и разнообразием из скудных запасов костей и зубов, сухожилий и шкур, с небольшим количеством железа или вообще без него.[10]

[10] Две непревзойденные книги об изобретательстве аборигенов были написаны мистером Отисом Т. Мейсоном, куратором отдела этнологии Национального музея в Вашингтоне: “Доля женщины в первобытной культуре”, Нью-Йорк, D. Appleton & Co., 1894; и “Происхождение изобретений”, Лондон, издательство Walter Scott Publishing Co., и Нью-Йорк, C. Scribner's Sons, 1905. Оба тома полностью иллюстрированы.

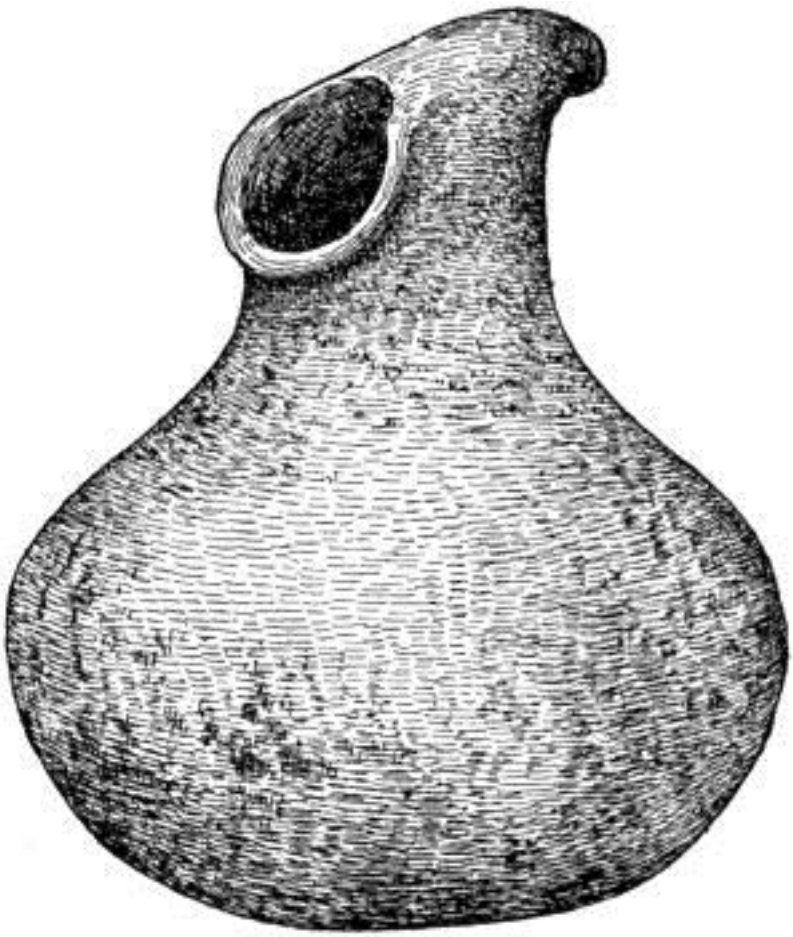
Ежегодные отчеты Бюро этнологии Смитсоновского института в Вашингтоне описывают и иллюстрируют искусство американских аборигенов настолько полно и превосходно, что без них не обойтись студенту.

ГЛАВА IX
ФОРМА—*Продолжение*. ФОРМА В ИСКУССТВЕ АБОРИГЕНОВ, НА КОТОРУЮ ВЛИЯЮТ МАТЕРИАЛЫ. СТАРЫЕ ФОРМЫ СОХРАНЯЮТСЯ В НОВЫХ МАТЕРИАЛАХ

Дары природы сначала использовались как данность, затем модифицировались и копировались . . . Жесткие материалы означают жесткие модели . . . Новые материалы еще не оказали полного влияния на современный дизайн.

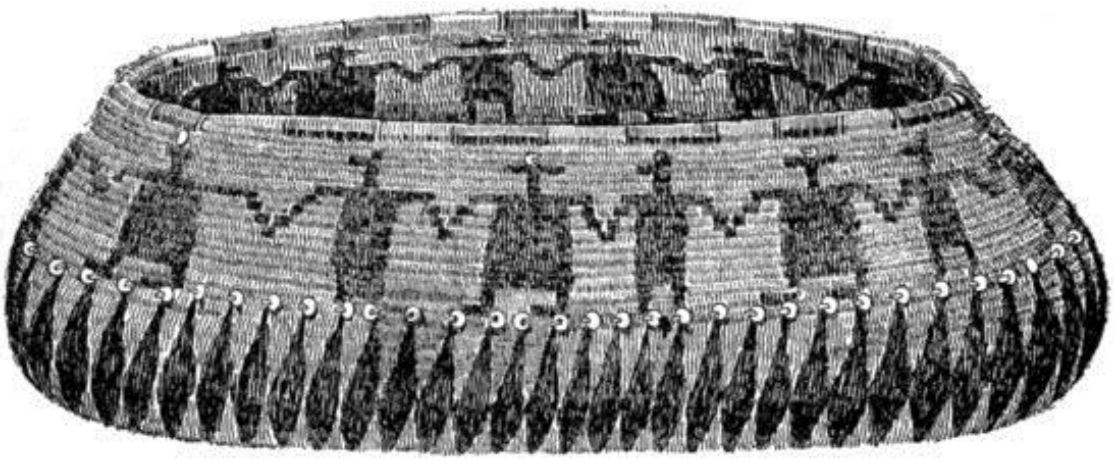
Искусство аборигенов.

Ресурсы современной промышленности настолько умножились, что желаемые формы создаются по желанию, почти без учета используемого материала. Это не так в первобытном искусстве, к которому мы сейчас ненадолго обратимся, чтобы наш обзор формы, хотя и слишком беглый, мог быть освежен контрастом старого с новым. Давайте начнем с беглого взгляда на некоторые вспомогательные средства, которыми человек впервые снабдил себя, принимая дары природы именно такими, какими они были предложены. На обширных территориях Южных штатов и Центральной Америки тыква испокон веков была распространенным растением и долгое время служила многим индейским племенам в качестве кувшина для воды. На морских берегах, где тыква не росла, вместо нее использовали раковины, у которых отламывали внешние колючки и внутренние завитки, оставляя внутри чистое пространство. И тыквы, и раковины придали свои формы глиняным сосудам, которые пришли им на смену.



Сосуд в форме тыквы из Арканзаса.
“Керамика древних пуэбло”.
У. Х. Холмс.

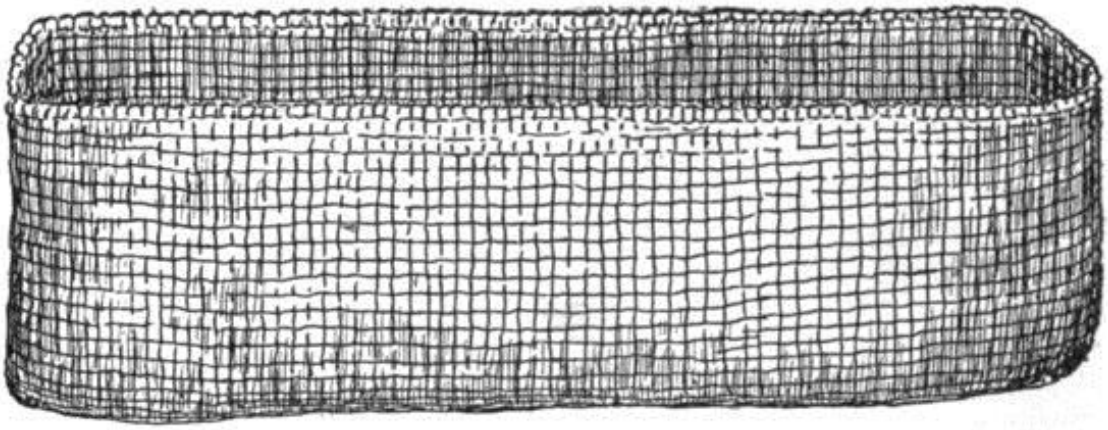
Тыква и производные от нее формы. “Керамика древних пуэбло”.
У. Х. Холмс.



Корзина с помо. Национальный музей, Вашингтон.

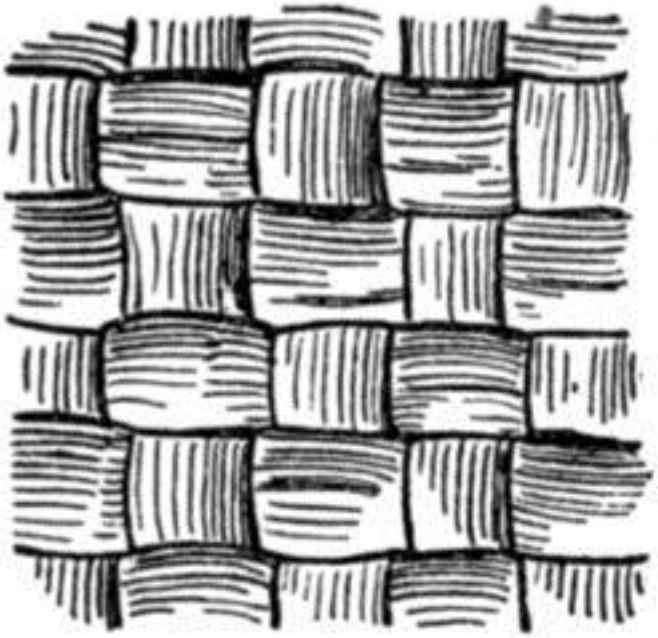
В стране зуни, говорит мистер Ф. Х. Кушинг, первыми сосудами для воды были секции из тростника или деревянные трубки. Мы можем сделать вывод, что деревянные трубки были скопированы со стеблей тростника. То, что сначала пассивно принималось таким, каким его дала природа, впоследствии было немного изменено, а затем шаг за шагом претерпело значительные изменения, так что в конце концов возникли производственные процессы. Например, в Калифорнии было много ив, тростника и корней, хорошо подходящих для изготовления корзин; в конце концов они были усовершенствованы как водонепроницаемые сосуды, не хрупкие, как скорлупа, и не подверженные быстрому гниению тыквы. Начав, вероятно, с простого плетения, с грубого плетения циновок и крыш, ткач постепенно пришел к более тонким и прочным материалам, чем вначале, с той же скоростью поднимаясь к новой изысканности отделки и красоте дизайна. В Национальном музее в Вашингтоне хранится коллекция индийских корзин Hudson из Калифорнии, включающая лучший образец в мире - корзину помо. Шестьдесят стежков на погонный дюйм были сделаны только благодаря использованию корня carex, который легко разделяется на нити, одновременно тонкие и прочные.[11]

[11] Многие из самых красивых корзин в Национальном музее, а также корзины из других замечательных коллекций иллюстрированы, частично в цвете, в “Индийском плетении” Отиса Т. Мейсона, куратора этнологического отдела Национального музея. Издатели: Doubleday, Page & Co., Нью-Йорк.



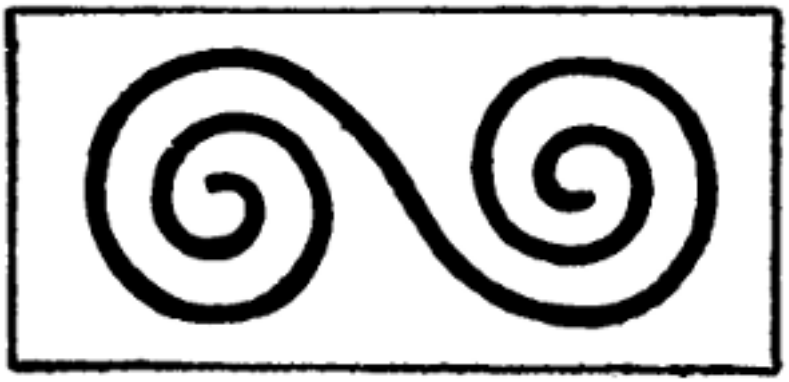
Корзина Билхула из плетеного кедрового лыка. “Плетение корзин у аборигенов Северной Америки”. Отис Т. Мейсон.

Интересно понаблюдать за ограничением, налагаемым на примитивного дизайнера свойствами листа, ракушки или трости в его руках, за тем, как эти качества указывают ему на формы, в которых он может преуспеть. У нас есть отличные примеры этого в плетении корзин у аборигенов Северной Америки, описанном мистером Отисом Т. Мейсоном в отчете Смитсоновского института за 1883-84 гг. Он говорит: “Вдоль побережья Британской Колумбии в огромном изобилии растет великий кедр (*Thuja gigantea*), а из его луба изготавливают текстильный материал величайшей ценности. Здесь, при использовании этого гибкого материала, дикари, по-видимому, впервые додумались до плетения шашек. Коврики, кошельки и прямоугольные корзины изготавливаются путем простейшего скрещивания чередующихся нитей шириной от миллиметра до дюйма. Орнаментация осуществляется как путем введения нитей разного цвета, так и путем изменения ширины основы или гав-нитей. ... Неудивительно, что материал, с которым так легко работать, нашел столь широкое применение в промышленности этой группы индийцев. Нам также не следует удивляться, что клетчатый узор в ткачестве впервые появился на западном побережье среди единственных народов, обладающих материалом, приспособленным к этой форме орнамента ”.

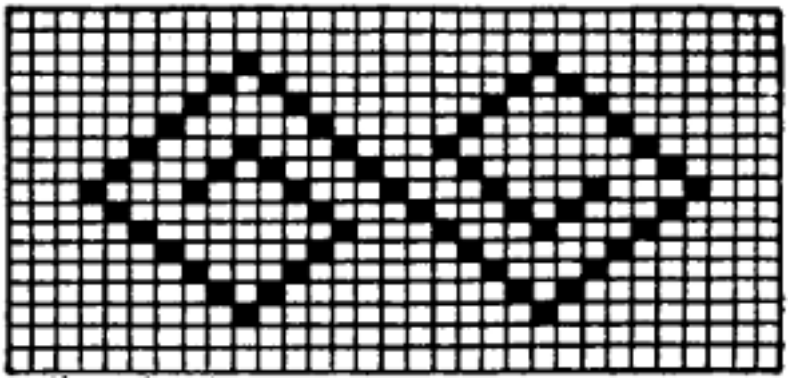


Квадратный дюйм корзины из Билхулы.

Имея в виду бутылки для воды Pai Utes, мистер Мейсон говорит: “Этот фасон может быть грубым или мелким, в зависимости от материала и размера катушки и наружной резьбы. Если носить с собой две веточки одинаковой толщины, строчка будет штрихованной и открытой; но если одна из веточек больше другой или если одну из них заменить юккой или другим волокном и использовать более узкий материал для шитья, текстура будет намного тоньше ”. Корзины и дождевики, которые плетут хайдасы и многие другие племена, водонепроницаемы во влажном состоянии благодаря плотной текстуре.



Свиток, который можно взять свободной рукой.

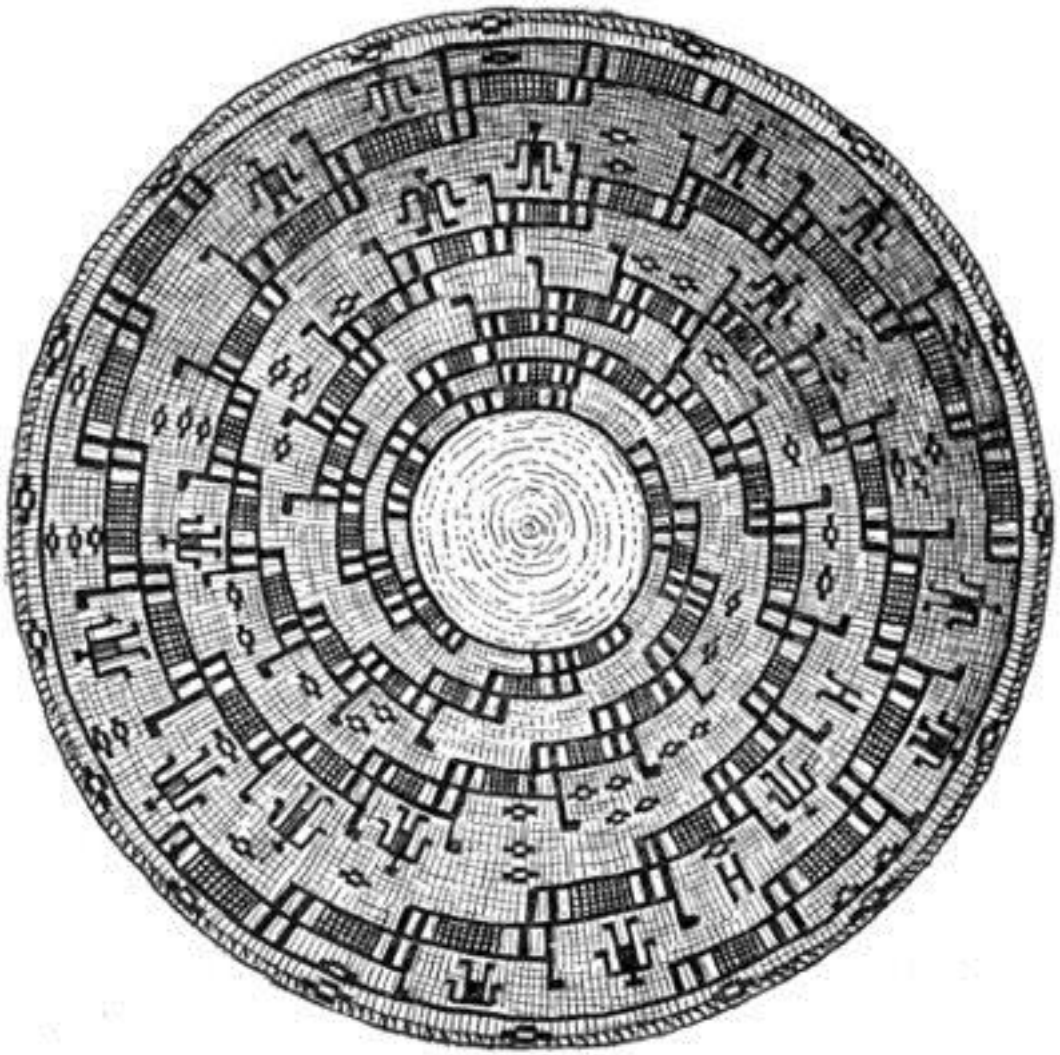


То же самое проявилось и в тканых тканях.

“Форма и орнамент в керамическом искусстве”. У. Х. Холмс.

Идиома материала.

Когда плетут из тростника или несколько жестких волокон, они обеспечивают прямолинейность краев в узорах и рисунках. Волна должна быть представлена ступенчатыми или ломаными линиями, и поэтому у нас получается прямолинейный меандр или изгиб, в отличие от его свободной формы, разработанной в тканых тканях. Из-за ограниченности материала, из которого она плетет узор в корзинку, женщина должна придать прямоугольность контуру, который был бы несколько округлым, если бы был выполнен тонкими нитями. Это ясно видно по человеческим фигурам в корзине помо, показанным на странице 109; и по фигурам в чаше для йокута, также находящейся в Национальном музее в Вашингтоне и проиллюстрированной на следующей странице.



Корзиночная чаша Йокута.
“Плетение корзин у аборигенов Северной Америки". Отис Т. Мейсон.

Камень и кирпичная кладка своими прямолинейными формами придают архитектурному дизайну жесткость, от которой освободился современный кирпич с его богатым разнообразием плоских и изогнутых поверхностей. Например, архитектура новых жилых улиц Сент-Луиса во многом обязана своей свободой и красотой новым формам, в которых теперь производится кирпич. Гончар всегда пользовался еще большей свободой, чем сейчас выпадает на долю кирпичника. В его руках глина поддается любой желаемой имитации, любому свежему рисунку, каким бы причудливым он ни был; более того, она приглашает к тем модификациям старых форм, в которых искусство делает свои главные успехи. Практически бесконечны вариации, которые японские гончары обыгрывали в формах ваз, кувшинов, чайников и тазиков, каждый из которых явно соответствует своему типу и в то же время приятен на вид. Примером того, как японский художник по глине радовался своей свободе, является коллекция японской керамики в Музее изящных искусств в Бостоне. Говорит мистер Эдвард С. Морс, который собрал эту коллекцию: “Посуда для повседневной жизни, терракотовые погребальные урны, большие терракотовые чаши, грузила для рыболовных сетей, ручки для щеток и даже крючки для одежды в Японии изготавливаются из керамики. Там, где мы используем серебро и другие металлы или стекло для изготовления предметов повседневного обихода, японцы используют керамику ”. Он добавляет: “Доисторическая керамика Японии изготавливалась вручную, и сегодня в различных частях империи это древнее искусство продолжается в его доисторической

форме. В Японии есть много гончаров, которые до сих пор работают, используя только руки для изготовления чаш, изящных чайников и различных видов посуды. Глиняные сосуды, предлагаемые в синтоистских святилищах, обычно изготавливаются без использования круга и не покрываются глазурью. Гончарный круг был привезен в Японию из Кореи. Первым, вероятно, было ударное колесо, использовавшееся в Сацуме и других южных провинциях ".

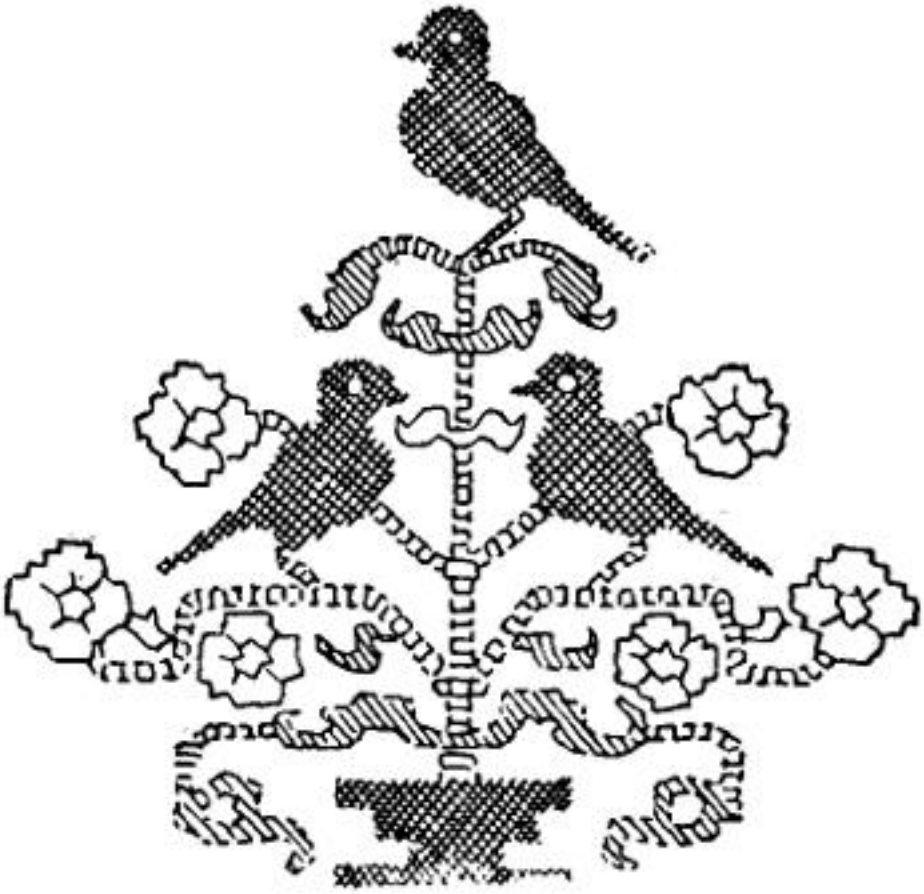
Японцы используют не только глину, но и дерево в методах, которые щедро вознаграждают за изучение. Говорит мистер Ральф Адамс Крам: "В одном отношении японская архитектура уникальна: это стиль, развившийся из требований деревянного строительства, и здесь он стоит особняком как самый совершенный вид обработки дерева, который когда-либо знал мир. Как таковой, о нем следует судить, а не исходя из узких канонов Запада, которые предполагают каменную кладку как единственный строительный материал. ... Возможно, самый большой урок, который человек получает в Японии, - это урок красоты натурального дерева и правильного метода его обработки. Универсальным обычаем Запада было рассматривать дерево как удобное средство для придания декоративной формы с помощью резьбы и столярных изделий, при этом качество самого материала редко принималось во внимание. В Японии дело обстоит наоборот. В домашней работе японский строитель избегает всего, что могло бы привлечь внимание к красоте его разнообразных пород дерева. Он обращается с ними так, как мы обращаемся с драгоценным мрамором, и приходится признать, что под его рукой дерево оказывается таким же прекрасным материалом, как наш дорогой и с трудом обработанный мрамор. В Японии приходят к окончательному выводу, что пятна, краски и лак, что касается внутренних работ, являются не чем иным, как художественными преступлениями ".[12]

[12] "Впечатления от японской архитектуры и смежных искусств", автор Ральф Адамс Крам. Нью-Йорк, Baker & Taylor Co., 1905.

Искусство Египта резко контрастирует с искусством Японии; на берегах Нила первые здания были построены из известняка, за ними последовали огромные сооружения, возведенные из сиенского гранита, с немалой потерей изящества орнамента. Только когда греческий скульптор взял на вооружение мрамор, практически не поддающийся резке, фриз Парфенона смог ожить.

Здесь следует послушать Уильяма Морриса. В книге "Надежды и страхи искусства" он говорит: "Любой материал сопряжен с определенными трудностями, которые необходимо преодолеть, и определенными возможностями, из которых следует извлечь максимальную пользу. До определенного момента вы должны быть хозяином своего материала, но вы никогда не должны быть настолько хозяином, чтобы, так сказать, сделать его неприветливым. Вы не должны делать его своим рабом, иначе вскоре вы тоже станете его рабом. Вы должны овладеть им настолько, чтобы оно выражало смысл и служило вашей цели - красоте. Вы можете выйти за пределы этой необходимой точки ради собственного удовольствия и забавы и по-прежнему оставаться на правильном пути; но если вы продолжите после этого просто для того, чтобы заставить людей глазеть на вашу ловкость в обращении с трудной вещью, вы забудете искусство вместе с правами на свой материал, и вы создадите не произведение искусства, а простую игрушку; вы больше не художник, а жонглер. История искусства дает нам множество примеров и предостережений в этом вопросе. Сначала ясный, устойчивый принцип, затем игра с опасностью и, наконец, попадание в ловушку, с предельной отчетливостью отмечают времена расцвета, упадка и последней болезни искусства ". Он подробно иллюстрирует это на примере истории мозаики в архитектуре.

В то время как современный художник должным образом уважает идиому своих новых материалов, их разнообразие и утонченность, предоставляя ему максимальную свободу, позволяют ему достичь истины исполнения, неизвестной ранее. Для письма на папирусе нужно было использовать кисть; на пергаменте или бумаге также можно использовать ручку или карандаш, проводя линии не шире волоса. Наши бабушки любили вышивать шелковыми нитками на перфорированной открытке девиз или цветок; такой образец всегда отличался неприятной прямолинейностью очертаний. Когда при ткачестве шелка или льна на погонный дюйм может приходиться двести нитей вместо десяти, дизайнер может создать изгибы, почти такие же плавные, как если бы он был художником. То же самое и в архитектуре: бревенчатая хижина поневоле была прямой в каждой своей линии; камень и кирпич сделали возможной арку; железо и сталь привносят свободный выбор лучших линий, прямых или изогнутых, и все это с новой живостью, о чем свидетельствуют лучшие из наших офисных зданий в Нью-Йорке, такие как Уайтхолл, Тринити и Эмпайр Билдинг.



Сэмплер на картоне, выполненный шелковой нитью.

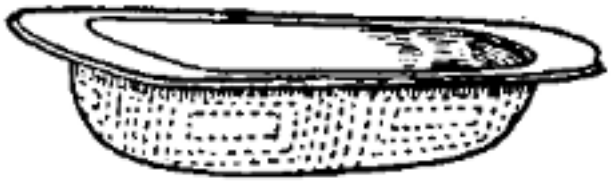
Сосуд из коры и производная форма из глины.
“Форма и орнамент в керамическом искусстве”. У. Х. Холмс.

Старые формы повторяются в новых материалах.

Искусство на его ранних стадиях редко демонстрирует откровенное изобретательство; со всей силой привычки художник-дикарь цепляется за старые знакомые формы, и интересно отметить, как работа с новым материалом может привести или даже обязать его модифицировать традиционную форму. Алгонкины населяют страну, в которой распространена береза. Они разрезают ее кору и складывают ее в сосуды, которые при имитации керамики имеют необычную прямоугольную форму. Во многих индейских племенах было принято использовать в качестве держателя для воды брюхо оленя или буйвола; многие древние урны Центральной Америки имеют отверстие на верхнем конце, скопированное с брюшка, в каждом случае с упрощением очертаний. Деревянные корыта с крылышками, несомненно, были задуманы человеком, который сделал глиняный сосуд, изображенный на следующей странице, найденный в древней могиле в Арканзасе. Как обычно, заемщик вложил в свою работу частичку себя, напомнив нам, что закон эволюции - это нисхождение с модификацией. Глиняный сосуд, изображенный на следующей странице, был явно скопирован с сосуда-раковины, подобного образцу, найденному неподалеку, в Индиане. Когда индейцы Клаллам из штата Вашингтон начали плести корзины, они подражали формам своих грубых плетеных ловушек для рыбы. Такое же упорство проявили скво хайда, когда миссионеры научили их делать циновки из тряпья; они повторили свою древнюю плетеную модель, издавна применявшуюся для изготовления циновок и шляп из растительных волокон. Как в Америке, так и в Европе; когда кельтские мастера перешли от камня к меди или бронзе, они воспроизвели старые формы и лишь постепенно научились экономить металл, который намного прочнее камня и гораздо труднее добыть, за счет сужения и сплющивания своего нового оружия и инструментов.

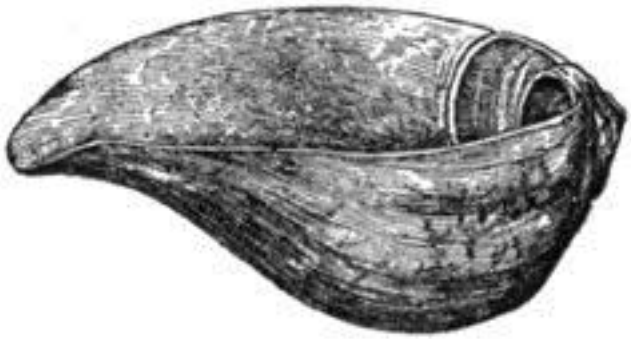
Ваза из тумулуса. Сент-Джордж, Юта.
“Керамика древних пуэбло”. У. Х. Холмс.

Деревянный поднос.

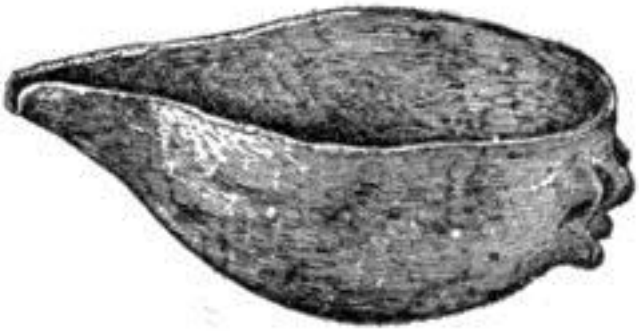


Производноеглины.

“Форма и орнамент в керамическом искусстве”. У. Х. Холмс.

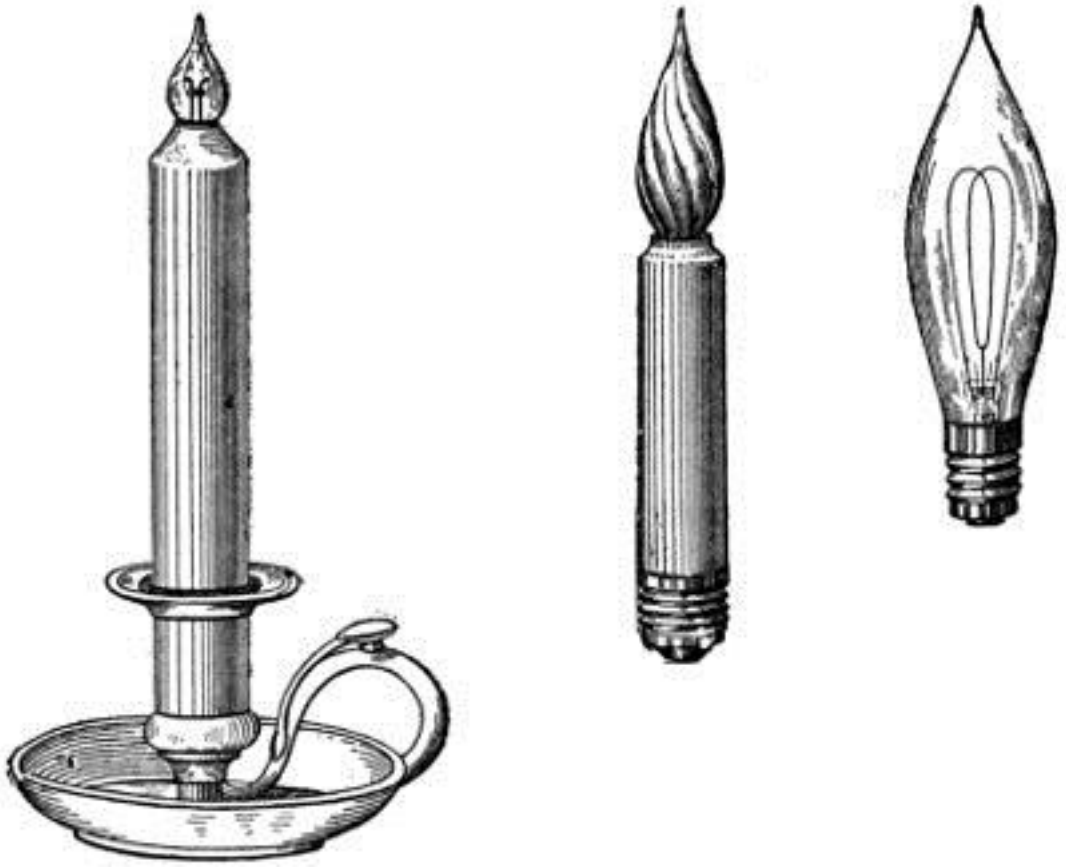


Сосуд-раковина, сделанный из *busycon perversum*, найден в Ритчерсвилле, штат Индиана.



Глиняный сосуд, имитация раковины,
Миссури.

Из книги У. Х. Холмса “Искусство в доспехах древних американцев”.

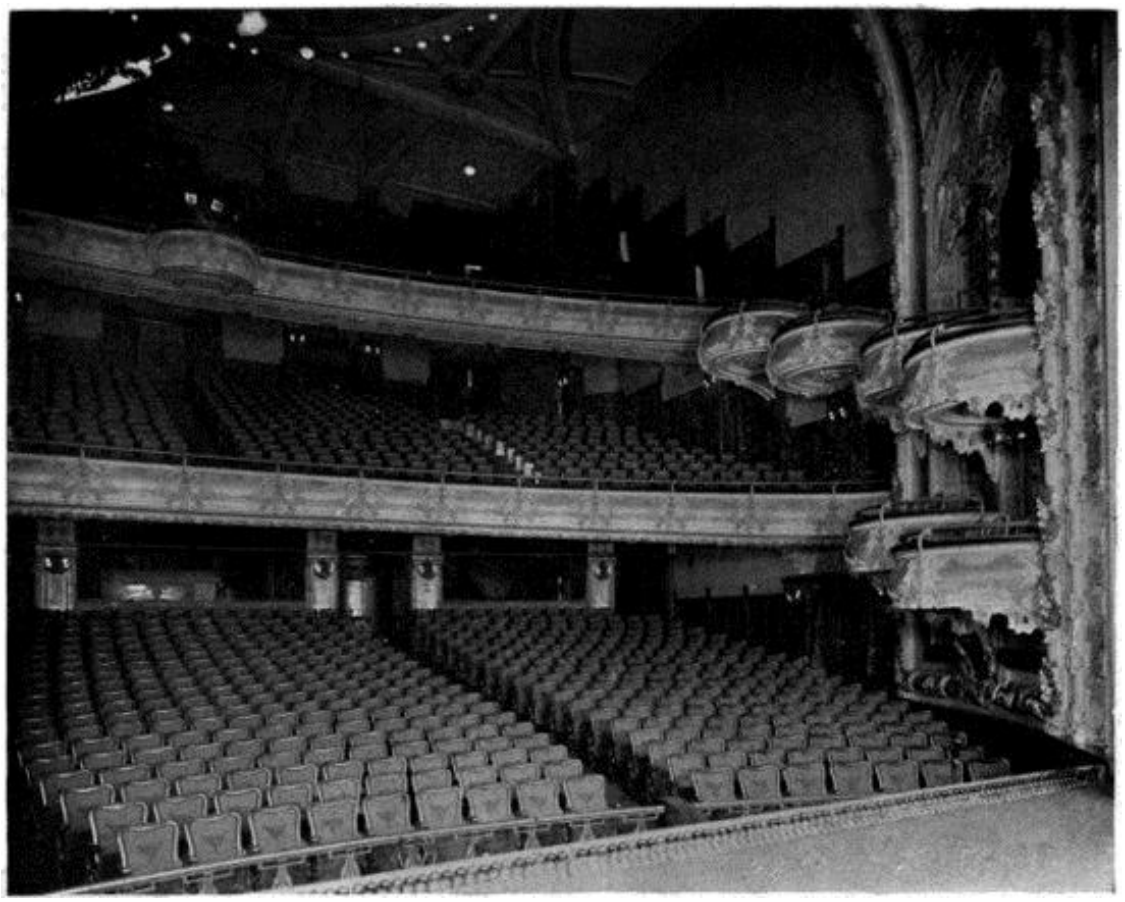


Электрические лампы в форме свечей.

Современное производство в своем дизайне придает нам схожее постоянство старым формам в новых вещах. Для электрического освещения у нас есть лампочки, напоминающие по форме пламя свечи или венчающие старомодный подсвечник; газовая горелка, популярная уже пятьдесят лет, повторяет молочно-фарфоровую форму свечи по всей длине. Газовые решетки, которых неисчислимые тысячи в наших городах каждую зиму, дарят нам пламя, которое мерцает и перескакивает через асбест и глину, придавая им вид клена или древесного угля. Да и сам инженер, при всей его суровости дисциплины, не вполне свободен от продления господства прошлого, даже неоправданной ценой. Когда сталь впервые была использована для паровых котлов, был период колебаний, в течение которого металл использовался чрезмерно толстым, как будто для поддержания давно знакомой массивности железных конструкций. Когда были изобретены автомобили, поначалу они очень напоминали обычные экипажи. Сегодня дизайнеры отошли от традиций и предлагают нам безлошадные транспортные средства, которые отвечают их новым потребностям способами, совершенно не зависящими от унаследованных идей. В автомобиле, приводимом в движение паром или бензином, должно быть обеспечено надлежащее расположение топлива, механизмов, охлаждающих устройств, все в сочетании таким образом, чтобы центр тяжести был как можно ниже, обеспечивая свободный доступ к любой детали, нуждающейся в смазке, ремонте или обновлении; повсюду должен быть минимальный собственный вес, трение и вероятность выхода из строя; все со средствами легкого, быстрого и надежного управления. Почемуэти требования должны быть перенесены на повторение модели кареты, запряженной лошадью? В Европе по сей день железнодорожные вагоны являются имитацией старых дорожных карет, слегка модифицированных конных экипажей. К счастью, в Америке с самого начала были вагоны, приспособленные непосредственно к требованиям железной дороги, с проходом по всей

длине поезда, минуя похожие на коробки купе, которые могут дать сумасшедшему или убийце возможность проявить свою волю.

Собор Парижской Богоматери де Бонсекур, Монреаль. До реставрации.



ТЕАТР "НОВЫЙ Амстердам", НЬЮ-ЙОРК.
Никакие колонны не загораживают полный обзор сцены.

Иногда унаследованная форма, перенесенная в новый дом, оказывается там неисправной и выбрасывается. Когда Нормандия отправляла своих детей в Канаду, они строили на берегах реки Святого Лаврентия точно такие же высокие крыши, какие укрывали их в Кане и Руане. Пример сохранился в Монреале на крыше Собора Парижской Богоматери де Бонсекур. Но в Монреале и Квебеке снегопады намного обильнее, чем на Севере Франции, и с крыш нормандии с перерывами с декабря по март обычно сходили лавины, порой со смертельным исходом. Таким образом, сегодня во Французской Канаде многие крыши, особенно в городах, плоские или почти плоские, в то время как лучшие модели полностью изменяют старый дизайн. Несколько вогнутые по ширине, они улавливают снег, как в тазу, и позволяют ему медленно таять, стекая по трубе через центр здания.

На наших глазах, день за днем, железо и сталь занимают место камня и дерева в архитектуре и инженерном деле; однако сила привычки заставляет нас продолжать использовать в металле многие неприятные детали, которые были необходимы в слабых строительных материалах прошлых поколений. Совсем недавно, осенью 1903 года, был открыт первый крупный американский театр, не имеющий колонн, загораживающих вид на сцену. Архитекторы театра "Новый Амстердам", Нью-Йорк, просто воспользовавшись прочностью стальных консолей, показали, что отныне все большие зрительные залы могут быть свободны от препятствий для обзора сцены, кафедры или помоста. Смотрите следующую страницу 118.

Современная архитектура, по мнению выдающегося критика, еще не в полной мере отреагировала на новые материалы и методы. Говорит мистер Рассел Стерджис из Нью-Йорка в книге “Как судить об архитектуре”: “Каждое важное изменение в строительстве в

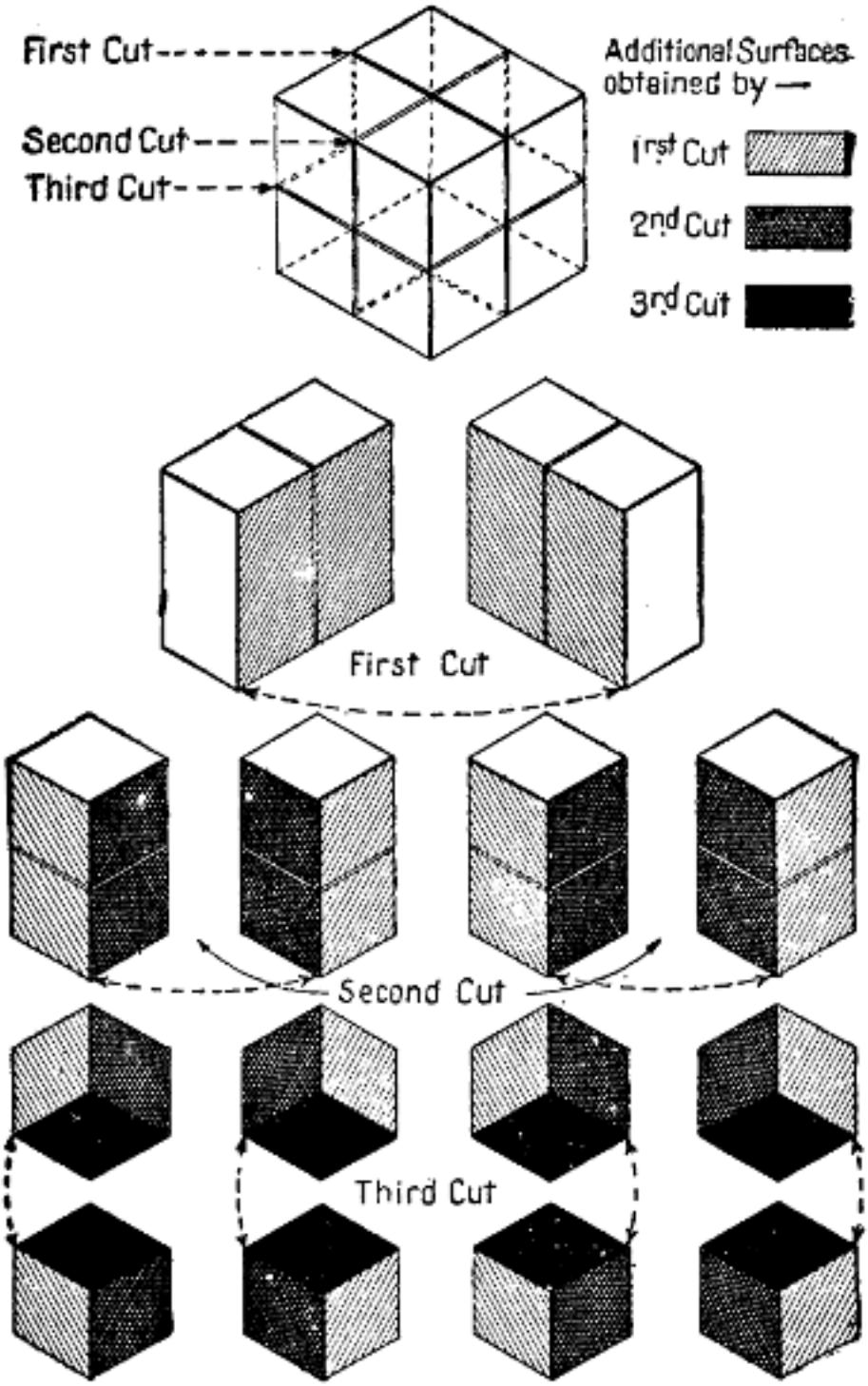
прошлом достигалось изменением метода проектирования, так что даже во времена общепризнанного возрождения не было замечено попыток придерживаться старого способа проектирования, в то время как был принят новый метод строительства; сейчас, в девятнадцатом веке, и в том, что мы видели в двадцатом веке, наши великие новые строительные системы процветали и развивались сами по себе, пока еще не оказывая влияния на наши методы проектирования. Мы по—прежнему создаем подобие каменной стены с каменными оконными наличниками, фронтонами и карнизами и большими пружинистыми арками снаружи из тонкого, легкого, научно скомбинированного, тщательно рассчитанного металла - видимость прочной башни, поддерживаемой реальностью из тонких подпорок и перекладин ”.

ГЛАВА X
РАЗМЕР

Небесные тела, большие и малые . . . Земля, создаваемая понемногу . . . Фермер как разделитель . . . Пыль и ее опасности . . . Модели могут вводить в заблуждение . . . Большие структуры экономичны . . . Малость атомов . . . Их преимущества . ... Солнечный свет может больше отталкивать комету, чем привлекать ее масса.

Здания, экипажи, сооружения всех видов, независимо от того, созданы ли они искусством или природой, часто похожи друг на друга по форме, но сильно различаются по размерам. Различия в размерах важны для изобретателя и первооткрывателя, и они будут здесь кратко рассмотрены, начиная с нескольких их очевидных и элементарных аспектов.

Крупная и мелкая зола в очаге.

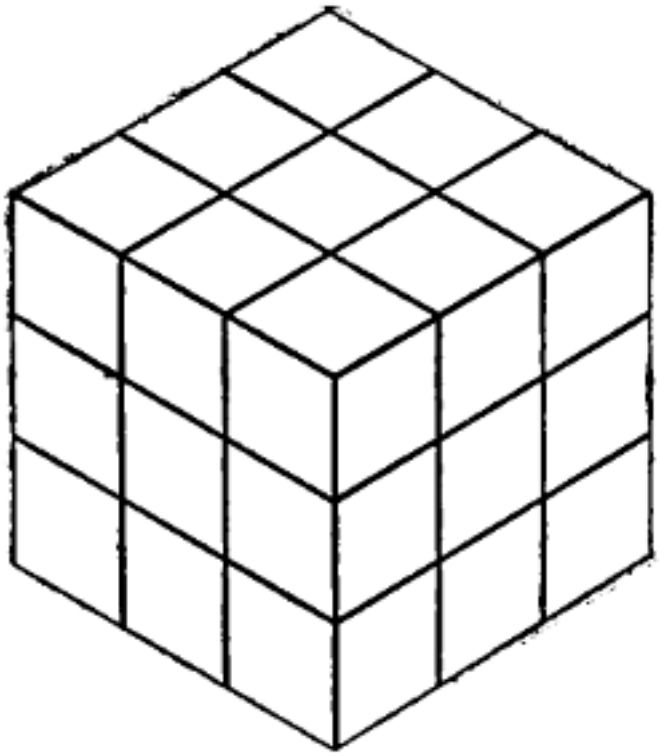


Куб, разделенный на 8 кубов в 4 раза большей поверхности.

Зола Большая и Маленькая.

Однажды морозным вечером я сидел с тремя юными учениками в комнате, согреваемой камином. Вытряхнув несколько маленьких тлеющих угольков, я попросил мальчиков посмотреть, какие из них быстрее почернеют. Они быстро поняли, что это сделал самый маленький, но не могли сказать почему, пока я не разломал большой раскаленный уголь на множество осколков, которые почти сразу же почернели. Тогда один из них воскликнул: “Да ведь раздробив этот уголь, мы придали ему больше поверхности!” Этот молодой ученый в тот год изучал основы астрономии, поэтому я попросил его рассказать нам о том, как планеты

отличаются друг от друга по размеру, как луна сравнивается с землей по объему и насколько больше любого из ее миров солнце. Объясняя ему огненное происхождение солнечной системы, я не скоро забуду его восторг, который вскоре разделили остальные, когда его осенило, что, поскольку луна намного меньше Земли, она должна быть намного холоднее; что действительно, она подобна маленькому огоньку по сравнению с большим. От этого было легко перейти к пониманию того, почему Юпитер, диаметр которого в одиннадцать раз больше земли, все еще слабо светится в небе своим собственным светом, а затем к пониманию того, что солнце излучает свое богатство тепла и света, потому что необъятность его массы означает сравнительно небольшую поверхность для излучения.



Куб, построенный из 27 кубов в 9 раз большей поверхности.

Чтобы сделать закон, о котором идет речь в этих примерах, определенным и ясным, я взял восемь кубиков размером в дюйм каждый и попросил мальчиков сказать мне, сколько у каждого из них поверхности — шесть квадратных дюймов. Соорудив восемь блоков в один куб, они затем подсчитали квадратные дюймы его поверхности — двадцать четыре: в четыре раза больше, чем у каждого отдельного куба. Было обнаружено, что с двадцатью семью блоками, встроенными в куб, эта структура имеет поверхность в пятьдесят четыре квадратных дюйма - в девять раз больше, чем у каждого составного блока. По мере того, как блоки подвергались процессу сборки, часть их поверхностей соприкасалась, и, таким образом, скрытые элементы не могли учитываться на внешних поверхностях больших кубов. Внешние поверхности этих больших кубов я затем покрасил в белый цвет; когда каждый был разделен на восемь или двадцать семь блоков, мы увидели на неокрашенном дереве, как увеличились поверхности за счет этого разделения на исходные маленькие кубики. Наблюдение и сравнение привели мальчиков к правилу, использованному в этих простых экспериментах. Они писали: Твердые тела одной и той же формы различаются по поверхности, как *квадрат*, и по содержанию, как *куб*, при их одинаковых размерах.

Этот элементарный закон я проследил в том году на множестве иллюстраций, представленных в “Уроке геометрии”, изданном издательством A. S. Barnes & Co., Нью-Йорк.

Наши экскурсии, ставшие продолжительными, приведены здесь как пример того, как важно постоянно помнить о всеобъемлющем правиле.

Скульптура из земли.

Наша планета различными способами иллюстрирует только что установленный закон поверхностей и объемов. Силы неутомимой деятельности незаметно преобразуют холмы и равнины, морские побережья и озерные побережья мира, причем настолько постепенно, что во многих случаях обнаружение происходит только путем констатации изменений, произошедших за столетие. По большей части эти силы дробят большие массы на фрагменты или медленно стирают поверхность горных пород в пыль. Лишайник пускает корни на гранитном выступе и за несколько лет превращает породу в пыль. Дождь всегда содержит немного кислоты, так что со временем расходуется сам кремень, несмотря на всю его твердость. Вода, просачиваясь сквозь почву и образуя подземные ручьи, выдолбила обширные пещеры, особенно в Вирджинии и Кентукки. Известняки и песчаники имеют открытую текстуру и впитывают в свои поры много влаги; в холодную погоду она замерзает, а при расширении отслояются тонкие каменные чешуйки. На Севере можно увидеть землю, усыпанную такими щепками, когда теплое апрельское солнце растопило снег у известнякового забора. Понаблюдайте за ручьями, спускающимися по склону холма во время ливня и сразу после него. Они потемнели от грязи, и на крутых склонах они уносят вниз гальку и осколки битого камня, образуя долины за счет возвышенности. Река Миссисипи, в огромных масштабах подпитываемая таким илом, несет во взвешенном состоянии в Мексиканский залив немногим более фунта твердого вещества на каждый кубический ярд, что является ярким примером того, как воды земного шара прибывают на сушу. Ниагарский водопад отступил на несколько миль от своего первоначального падения; его русло образовалось гораздо меньше из-за стремительных вод, чем из-за бремени размываемой земли и песка. Непрерывное вспенивание воды у подножия водопада врезается в скалу, подрывая ее верхние слои, так что время от времени они отрываются от края водопада, в результате чего поток неуклонно отступает.

По всему океану проходят сильные течения, которые необходимо постоянно исследовать и составлять карты для моряка. Эти течения переносят мелкий ил, а также живые и мертвые организмы. Кораллы лучше всего процветают там, где такие течения приносят обильный запас пищи, точно так же, как растения лучше всего растут на богатой, рыхлой почве. Таким образом, жизнь в море, как и на суше, зависит от сил, которые разделяют большие массы на малые и распределяют эти малые массы по обширным территориям, главным образом водным путем.

Рыхление земли для удаления или перекоса.

Изобретатели воспользовались подсказкой природы, когда она несет груз грязи и гальки в быстром потоке воды. Современный метод углубления водного русла заключается в уменьшении до мелкого ила поверхности его ложа, а затем удалении этого ила мощной струей. Вода в быстрых водоворотах поднимает и уносит не только глину, но и камни и гравий, когда они достаточно мелкие. При добыче россыпей потоки воды гораздо более мощные направляются на склоны холмов из земли и камня, которые исчезают гораздо быстрее, чем с помощью лопат. Одна из наших Северо-западных железных дорог проходит на несколько миль вдоль основания крутого хребта, с которого временами проливные дожди смывают на рельсы массы земли, песка и гравия. Мощный паровой насос, пропускающий струю пара через шланг, устраняет препятствия на трубопроводе с поразительной быстротой. Работа гораздо более обычная и гораздо более важная состоит в том, чтобы взять

процесс, начатый природой, и продвинуть его на много шагов дальше, чтобы снова и снова разрушать земные массы. Плуг, борона, культиватор с острыми зубьями разделяют почву фермы и сада таким образом, чтобы обеспечить росткам новые поверхности, с которых можно впитывать влагу вместе с ее питательным веществом. Когда грядку нужно удобрять косточками, они лучше всего годятся в измельченном виде, чтобы быстро и полноценно усваиваться.

Работа Ветров.

В земной скульптуре одним из самых активных действующих лиц является ветер, особенно когда он поднимает океанские волны и разбивает их о берег и утесы, измельчая крупные камни на куски и, наконец, превращая их в простую гальку и песок. На суше штормовые ветры поднимают песок и пыль с еще более выразительными эффектами: песок, брошенный на самый твердый кварц или гранит, в конце концов превратит его в пыль. Песчаные дюны, смещающиеся под воздействием сильных ветров, привели к опустошению вокруг Провинстауна, штат Массачусетс, и во многих других регионах, некогда достаточно плодородных. Этот незапамятно древний природный процесс был скопирован в современном изобретении с помощью пескоструйной установки, изобретенной покойным генералом Тилгманом из Филадельфии. В своей простейшей форме песок из бункера падает узкой струйкой на оконные стекла, стеклянную посуду и т.п., придавая им шероховатость, за исключением тех случаев, когда он защищен бумажным рисунком. У песчаника в комки, как в бирюльки играем, упал на стекло, не было бы вредных перелома; как каждая частица песка весит слишком мало в соотношении с его ударной поверхности, чтобы сделать более отсоединить крошечный чип, у нас есть бомбардировки полностью полезным.

Габариты в режиме зажигания.

Первобытный человек достиг ни с чем не сравнимого триумфа, когда впервые разжег огонь, быстро накручивая одну сухую палочку на другую, роняя крошечные искры на мелко измельченный трут, который быстро загорался, потому что его поверхность была очень высокой в воздухе. Торф, распространенное во многих частях мира топливо, которое легко добывается из болот и трясин, можно легко высушить, если измельчить на куски и выставить на ветру в открытых навесах. Древесный уголь, который легко изготавливается из древесины любого сорта, часто используется для поглощения вредных газов в коробках с мясными консервами и в бытовых холодильниках. Его эффективность обусловлена мельчайшими порами, представляющими собой обширную зону притяжения капилляров. Древесный уголь, конечно, горит быстрее в порошкообразном виде, чем в целомудренном; и порох, в который в основном входит древесный уголь, формуют в виде больших лепешек, если требуется, чтобы он горел несколько медленнее, или прессуют в виде мелких зерен, когда требуется почти мгновенный взрыв.

Пыль Обычная и необычная.

Обычная пыль окружает нас всегда, проникает в мельчайшие щели стен и потолка и оставляет на них следы порчи. В засушливые сезоны его количество достигает удручающей степени и он быстро скапливается на значительной высоте от земли. Обратите внимание на крышу такого типа, которая постепенно наклоняется к улице, с желобом, проходящим по карнизу для отвода дождя или растаявшего снега. Когда такой желоб не трогается в течение нескольких месяцев, он забивается грязью из-за пыли, которая была поднята ветром на крышу и смыта последовательными ливнями в желоб. Частицы пыли, поскольку они имеют такую большую поверхность для своей массы, легко подхватываются и уносятся на высоту,

намного превышающую высоту самых высоких крыш. Мощный взрыв вулкана Кракатау в Зондском проливе на острове Ява в 1883 году выбросил более четырех кубических миль пыли в верхние слои атмосферы, окружив земной шар частицами, которые падали так медленно, что в течение нескольких месяцев окрашивали закаты Нью-Йорка и Канады, расположенных в десяти тысячах миль отсюда.

Легковоспламеняющаяся пыль.

Пшеница, как и другие злаки, легко воспламеняется, поэтому в качестве пищи она поддерживает тепло тела. В условиях крайней необходимости пшеницу, кукурузу и ячмень сжигали в качестве топлива, когда не хватало угля и древесины. В процессе производства муки пшеницу измельчают в порошок настолько мелкого помола, что при рассеивании ее частиц по воздуху мельницы возникает опасность взрыва, поскольку легковоспламеняющаяся пыль настолько близко соприкасается с атмосферным кислородом, что в любой момент они могут объединиться. В Миннеаполисе таким образом происходили ужасные катастрофы, пока специально разработанные машины не убрали пыль. В угольных шахтах уголь также может наполнять воздух настолько мелкой пылью, что происходят взрывы с серьезными человеческими жертвами. В Австрии было обнаружено, что степень измельчения пыли в большей степени зависит от силы таких взрывов, чем от химического состава частиц.

В горном деле, давайте заметим, весь цикл работ состоит в разделении, которое снова и снова приводит массы от больших к малым. Прежде всего, сплошные стены и полы разбиваются киркой, или дрелью, или порошком, или всем вместе. Железная руда, поднятая на поверхность земли, поступает в дробилки, которые измельчают ее на куски, пригодные для доменной печи. Когда руда содержит золото, медь, свинец или олово, за этим дроблением следует штамповка, чтобы облегчить конечный процесс отделения металла от бесполезной породы.

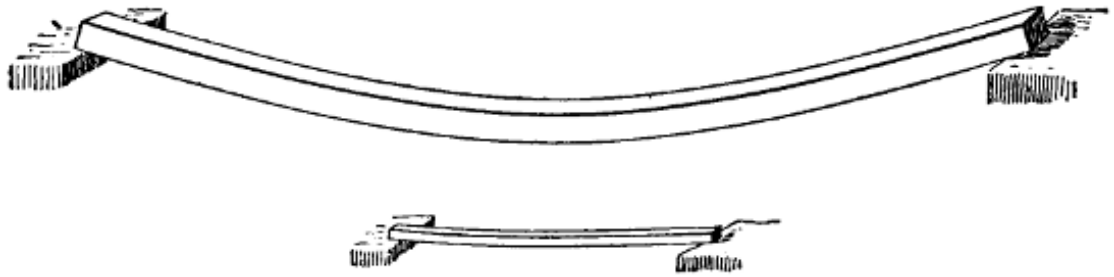
Размеры в тканых материалах.

Прядение и ткачество, как бы далеки они ни были от добычи полезных ископаемых, в равной степени подчиняются закону поверхностей и объемов. Именно благодаря усилению адгезии за счет придания нитям увеличенной поверхности прядильщики и ткачихи делают ткань одновременно прочной и долговечной. Лучшее полотно и шелка ткут из чрезвычайно тонких нитей; холсты и твид имеют нити сравнительно грубые. Из обрезанного края куска тонкой шелковой ткани трудно вытянуть продольную нить; с парусиной эта задача несложна.

Размеры моделей.

От наблюдения давайте перейдем к эксперименту, поскольку мы далее рассматриваем закон размера. Изобретатели, особенно молодые, склонны недооценивать сложность удовлетворения старых потребностей новым и успешным способом. В своем энтузиазме они могут упустить из виду принципы, которые противоречат их замыслам, как, например, правила, которые управляют простыми фактами измерений. Мистер Джеймс Б. Идз, планируя свой большой мост в Сент-Луисе, выбрал три пролета вместо одного. Почему? По той простой причине, что если бы мост был построен в один пролет, то вес моста был бы в двадцать семь раз больше, чем у пролета длиной в треть больше, при этом только в девять раз большей прочности, при условии, что обе конструкции имели одинаковую форму. Два куска резины будут четко демонстрировать рассматриваемый контраст. Один кусок имеет три фута в длину, один дюйм в ширину и один дюйм в толщину; другой кусок имеет длину в

один фут и размеры в ширину и толщину в треть дюйма. Установив каждую полосу на опоры на ее концах, мы видим, насколько больше прогибается более длинная полоса, чем более короткая. Более длинная полоса в двадцать семь раз превышает массу другой, но только в девять раз ее прочность. Многие изобретатели игнорировали этот элементарный факт и строили модель моста или крыши, которая казалась превосходной по размерам модели, но оказывалась слабой и бесполезной при выполнении в полный рабочий размер.

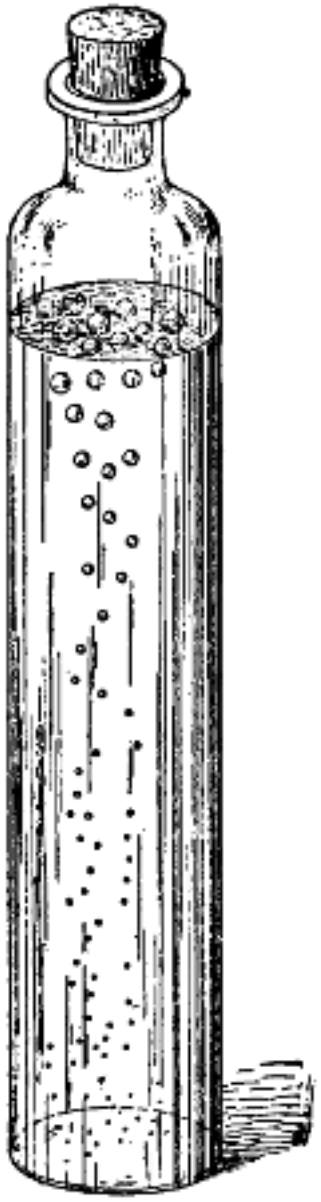


Верхняя резиновая полоса в три раза длиннее, шире и глубже нижней, поэтому она меньше провисает.

Почему большие корабли лучше всего.

Мы рассмотрели несколько примеров изобретений, в которых было отмечено, что чем больше масса заданной формы, тем меньше ее поверхность по сравнению с ее объемом. Давайте обратим внимание, как это правило применяется в задачах судостроителя. Мы берем узкий флакон из прозрачного стекла, почти наполняем его белым маслом или глицерином, закупориваем и энергично встряхиваем. Держа флакон вертикально, мы наблюдаем, что самые крупные пузырьки заключенного в нем воздуха первыми поднимаются к поверхности жидкости, потому что по сравнению с объемом они имеют наименьшую поверхность, на которую можно оказывать сопротивление при подъеме. В качестве параллельного примера мы посетим доки Нью-Йорка и обратим внимание на большое разнообразие пароходов. Вот "Балтика” компании White Star Line длиной 726 футов и водоизмещением 28 000 тонн. Менее чем в миле отсюда находится небольшой пароход, направляющийся в Новую Шотландию, длиной всего 260 футов и водоизмещением всего 1000 тонн или около того. Мы сразу понимаем, почему самые быстроходные корабли всегда являются одними из самых больших. Это просто случай, когда пузырьки снова становятся маленькими и большими; самые большие суда пропорционально размеру имеют наименьшую поверхность, на которой они могут противостоять воздуху и морю, так что они могут быстрее курсировать из порта в порт. Как с кораблями, так и с их двигателями; экономия зависит от размера; самые большие двигатели имеют пропорционально наименьшую поверхность, на которой теряется тепло за счет излучения или контакта, или за счет сопротивления трению при движении. Действительно, при проектировании океанских пароходов типа greyhound крайне важно использовать максимально возможные размеры. “Мавритания” и “Лузитания", только что построенные для компании Cunard, которые будут приводиться в движение паровыми турбинами со скоростью 25 узлов в час, потребуют по 70 000 лошадиных сил каждая. Всего они имеют 790 футов в длину, 88 футов в ширину, 60½ фута в глубину и водоизмещение 45 000 тонн. Мистер Уильям Ф. Дюран в своей работе о сопротивлении и движимости кораблей рассматривает три судна, менее огромные и быстроходные, чем эти "Кунардерс", и способные пересечь Атлантику, скажем, за семь дней. 5000-тонный корабль едва мог совершить путешествие вообще без груза, 16000-тонный корабль был бы в состоянии перевезти 3000 тонн груза, в то время как 20 000-тонный корабль

мог бы перевезти 4200 тонн груза. Нагрузка на корпус, механизмы и уголь увеличивается не так быстро, как валовая вместимость, когда размеры судна увеличиваются.



В масле поднимаются пузырьки воздуха.

Для больших размеров нужны прочные материалы.

Теперь мы начинаем понимать, насколько велика польза дешевой стали, гораздо более прочной, чем железо, из которой можно строить корабли и двигатели большего размера, чем когда-либо ранее. Сверхпрочная сталь также сделала возможным строительство Эйфелевой башни в Париже высотой почти в тысячу футов, офисных зданий Нью-Йорка высотой в тридцать этажей, а сталь вскоре пересечет реку Святого Лаврентия близ Квебека с единственным пролетом в 1800 футов. В 1904 году в Скенектади, штат Нью-Йорк, Нью-Йоркская железнодорожная компания Central & Hudson River провела сравнение электровоза весом 201 000 фунтов, показанного на странице 476, и паровоза, такого огромного, что вместе с тендером он весил не менее 342 000 фунтов. Сталь, как материал для двигателей и инструментов всех видов, позволяет нам строить в размерах более смелых, чем когда-либо прежде; или, если старые размеры не превзойдены, мы вольны использовать скорости, о которых с железом не может быть и речи.

Прошло много времени с тех пор, как искатели приключений сначала доверяли себе плавучие бревна, затем связывали их вместе в виде плотов и постепенно совершенствовали, пока они не превратились в лодки, приводимые в движение веслами. До сих пор изобретателей, стремившихся перемещаться по воздуху так же легко, как по реке, озеру или морю, постигала лишь неудача. Однако был сделан явный шаг к успеху, когда самые прочные известные сплавы, сталь и никель, дали воздухоплавателю более мощный двигатель, чем он когда-либо имел прежде, с крыльями, более легкими пропорционально их мощности, чем у более ранних экспериментов. Пусть нагрузка на его аппарат будет уменьшена еще больше, хотя бы наполовину; тогда мы можем ожидать, что он будет царствовать в воздухе так же надежно, как морская чайка. Первоначальный ресурс аэронавта, его воздушный шар, постоянно выходит из строя. Воздух имеет удельный вес воды всего $1/770$, так что воздушный шар должен быть огромным, чтобы иметь хоть какую-то грузоподъемность. А что стало бы с воздушным шаром, его рулем и тросами, если бы он попал в ураган со скоростью восемьдесят миль в час?

Магазин Продолжает Урок.

Пусть аэронавт продолжает с тоской и завистью смотреть на птиц в небе, в то время как мы обратим наше внимание на мать-землю, чтобы отметить, как повседневная торговля окружает нас новыми иллюстрациями закона размера, выгод, которые могут сопутствовать увеличению. Мы заходим в универмаг, где представлен разнообразный ассортимент продуктов питания, одежды, обуви, мебели и так далее. Окидывая взглядом его прилавки, полки и пол, мы видим банки с овощами, фруктами и рыбой; банки с оливками и уксусом; коробки с рисом, мылом и крекерами; бумажные пакеты с мукой и крупой. За дверью сложены бочонки, бочонки и упаковочные ящики. Очевидно, что стоимость бумаги, стекла, жести и пиломатериалов для упаковки должна облагать розничную торговлю большим налогом. Еще раз вспоминается наш старый урок с дюймовыми кубиками; чем больше банка, коробка или мешок, тем меньше материала им требуется пропорционально их вместимости. Оптовые упаковщики товаров экономят деньги, поскольку формируют упаковки самого большого размера. Содержимое каждой коробки, ящика и мешка еще раз рассказывает знакомую историю. Кофе перемалывают из зерен, чтобы его можно было легко настоять в кофейнике; пшеницу измельчают до состояния муки, овсяные хлопья - до состояния муки высшего помола, чтобы их можно было быстро приготовить; сахар измельчают, чтобы он мог быстро раствориться в чайной чашке. Сама эта задача началась давным-давно с пережевывания пищи зубами, уменьшения размера кусочков и увлажнения их для переваривания до того, как они попадут в желудок.

Заметки о летних каникулах.

Однажды летом во время поездки в деревню мы наблюдали новые примеры нашего знакомого правила. Когда мы сравнили размеры небольшой секционной хижины с размерами большого дома, мы увидели основную причину, по которой в хижине было трудно сохранять прохладу в июле и тепло в декабре. Мы заметили задачи, которые зависели от того, чтобы придать дереву, ткани или другому материалу как можно больше поверхности, независимо от того, были ли новые формы похожи на старые или нет. На соседней лесопилке были заняты распилкой бревен на тонкие доски; их складывали открытыми ярусами, чтобы иссушающие ветры могли быстро закончить свою работу. Точно так же мы заметили прачку, которая полностью расстилала каждую скатерть и фартук, чтобы они развевались на ветру, вместо того чтобы оставлять белье сплошной кучей в своей корзине, где сушились бы только края. Когда фермеры отправлялись на сенокос, они следовали тому же правилу: они

ворошили свои мотыги, чтобы обеспечить им максимальное количество солнца и воздуха; когда все было сухо, как кость, они выращивали копны сена плотной формы, чтобы как можно меньше подвергать поверхность воздействию дождя и снега.

Размеры молекулярные.

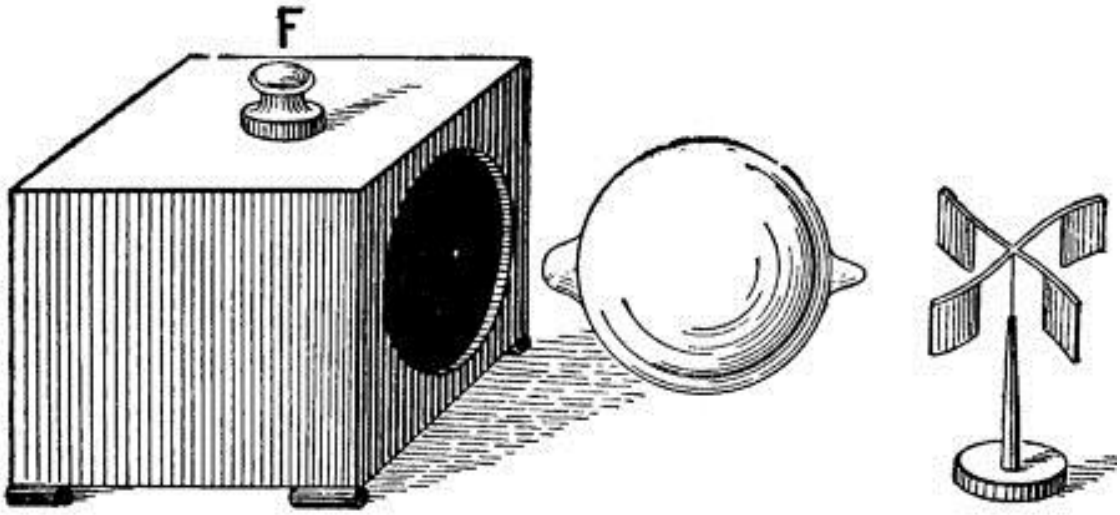
Вот и все, что можно увидеть во время загородной прогулки, в городском магазине или на причалах оживленного порта. Помимо всего этого, существует невидимый мир, стоящий ниже мира видимого и в равной степени заслуживающий изучения. Здесь знание основано на выводах, на том, что юристы называют косвенными доказательствами. Химик с помощью чисто косвенных методов изучает молекулу и атом - объекты, которые далеко ускользают от его микроскопа. Молекула - это часть соединения, настолько маленького, что его нельзя разделить, не превратив во что-то более простое. Таким образом, молекула сахара состоит из атомов углерода, водорода и кислорода; если бы они были разъединены, сахара как такового перестало бы существовать, подобно тому как кирпичная стена больше не существует, когда ее кирпичи и несколько слоев раствора отделены друг от друга как отдельные единицы. Какими бы маленькими ни были молекулы, они не ускользнули от измерительной палочки физика. Несколько лет назад лорд Кельвин экспериментальным путем пришел к выводу, что средний диаметр молекулы составляет $1/760\,000\,000$ дюймов. Такие молекулы по сравнению с массами аналогичной формы и диаметром в один дюйм имеют в 760 000 000 раз большую поверхность. При передаче движения с учетом сцепления в процессе игры большое значение имеют поверхности, например, когда движущееся колесо соприкасается с колесом в состоянии покоя. Здесь может быть объяснение того, почему электричество проходит по проводу со скоростью, намного превышающей любую скорость, которую мы можем механически передать металлу, потому что соответствующие молекулы имеют несравнимо большую поверхность, чем проволока по массе.

Резервуары энергии.

Также благодаря своей миниатюрности молекула как резервуар энергии может намного превосходить массу видимых размеров. Давайте сравним две вращающиеся сферы, одна из которых в семь раз больше другой по радиусу. Мы вращаем обе с одинаковой окружной скоростью и постепенно увеличиваем эту скорость: какая из них первой разрушится под действием центробежной силы? Чем больше, и почему? Потому что сцепление сферы пропорционально площади ее большой окружности, которая изменяется как квадрат ее диаметра, в то время как центробежная деформация при быстром вращении изменяется как куб этого диаметра или как объем сферы. Из этого следует, что мы можем безопасно вращать нашу маленькую сферу с окружной скоростью, в семь раз превышающей скорость большой сферы; следовательно, как вместилища энергии маленькие сферы более эффективны, чем большие, и это обратно пропорционально их диаметрам. Сферы или тела любой другой формы, уменьшенные в размерах до $1/760\,000\,000$тыс., как резервуары энергии увеличились бы в 760 000 000 раз. Таким образом, мы открываем дверь для объяснения колоссального контраста между химической энергией и механической работой. Химические процессы осуществляются молекулами и атомами, механическая работа происходит между массами, сравнительно огромными по объему. Может потребоваться сотня ударов мощного парового молота, чтобы повысить температуру железного бруса на десять градусов; этот брус плавится за десять секунд, когда его погружают в пламя, создаваемое несколькими унциями газов водорода и кислорода.

Недавние эксперименты профессора Джозефа Дж. Томсона указывают на вероятность того, что атом химика, хотя и является единицей, частично состоит из электронов, каждый из

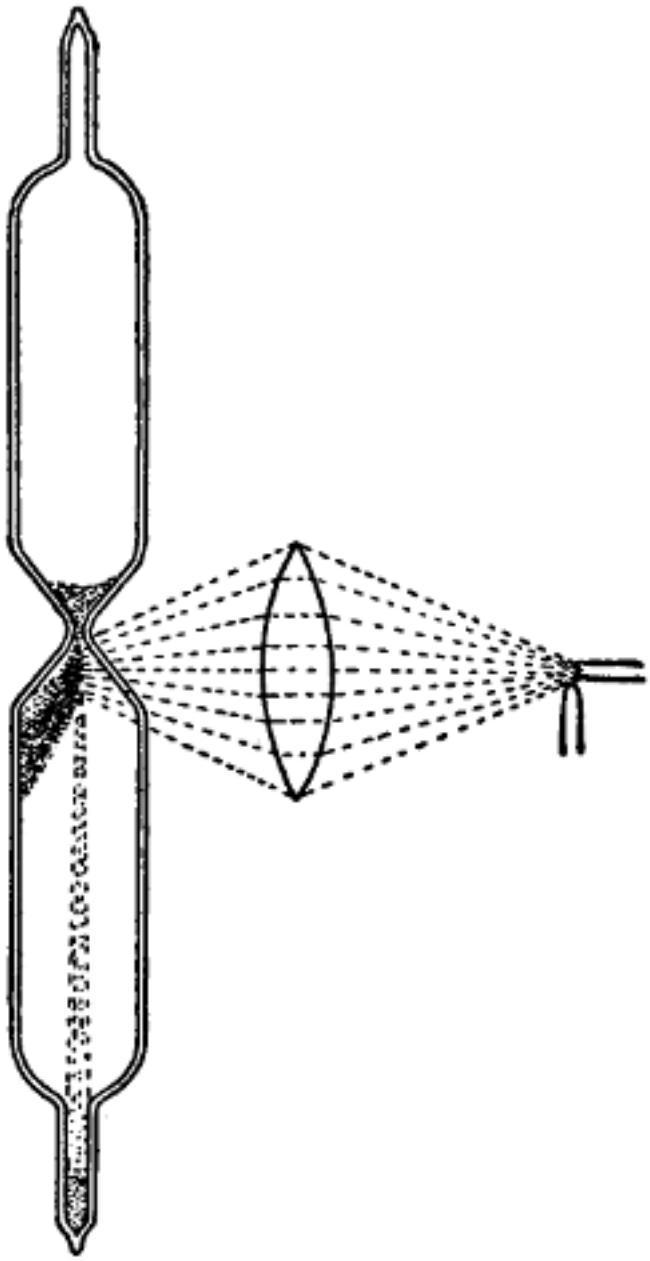
которых, за исключением одной тысячной доли размера атома водорода. Электрон, в силу своей бесконечно малой величины, становится способным удерживать пропорционально гораздо больше энергии, чем это возможно для атома, движущегося как единое целое. Это подводит нас к некоторому пониманию удивительной силы радия, элемента, температура которого поддерживается на 3-5 ° по Цельсию выше температуры окружающей среды, вероятно, за счет столкновения внутри каждого атома его составных частей.



Звуковая мельница Дворжака.

Отталкивание звуком и светом.

Водные волны, ударяясь о берег или стенки бассейна, оказывают толкающее или отталкивающее действие, которое можно легко наблюдать. То, что звуковые волны действуют аналогичным образом, доказывается маленькой звуковой мельницей, изобретенной в 1883 году профессором В. Дворжаком из Аграмского университета в Австрии. Он состоит из четырех лопастей, каждая из которых представляет собой небольшую пластинку, слегка изогнутую, установленную на шпинделе. В звукозаписывающей коробке рядом находится камертон, по которому можно ударять через стержень F. Широкое отверстие резонатора Гельмгольца обращено к этой коробке, а узкое - к мельнице. Удар по камертону вызывает вибрации, которые посылают крошечные струи воздуха по крыльям мельницы, которые соответственно вращаются со скоростью, пропорциональной громкости звука.



Луч света отражает пыль.

Профессор Эрнест Ф. Николс из Колумбийского университета, Нью-Йорк, и профессор Гордон Ф. Халл из Дартмутского колледжа в "Журнале астрофизики", Чикаго, июнь 1903 г., описывают свой аппарат для измерения давления светового излучения - явления, аналогичного тому, которое изучал профессор Дворжак в области звука. В том же номере этого журнала они подробно описывают эксперимент, показывающий, что свет оказывает движущее действие на очень разреженные частицы. Они обжигали слоеный шарик ликопердона до образования шариков древесного угля, удельный вес которых составлял примерно одну шестую веса воды. Эти шарики с небольшим количеством мелкого наждачного песка они поместили в стеклянную трубку, имеющую форму песочных часов; затем из этой трубки удаляли газы до тех пор, пока не оставалась лишь небольшая часть, которую невозможно было удалить. С помощью песка и древесного угля в верхней половине трубку удерживали вертикально, в то время как луч света, в двадцать-сорок раз более сильный, чем солнечный, падал на трубку чуть ниже ее горлышка. При постукивании по стеклу спускалась струя песка и древесного угля; песок падал сквозь луч без отклонения;

частицы древесного угля уносились прочь из потока, когда они падали сквозь свет. Частично этот эффект был вызван небольшим остатком газа, оставшегося в трубке, который, нагреваясь светом, производил движение, напоминающее движение радиометра Крукса; остальная часть эффекта была вызвана возбуждением или отталкиванием светового луча. Утверждается, что это отталкивание светом, вероятно, является одной из причин, почему солнце, кажется, отгоняет хвост кометы, частицы которой, будучи чрезвычайно мельчайшими, имеют большую поверхность и небольшой объем, так что они больше отталкиваются солнечным светом, чем притягиваются его массой. Чтобы приблизиться к кометным условиям в эксперименте, необходимо было бы усилить солнечный свет не менее чем в 1600 раз, потому что на поверхности Земли ее собственная гравитация в 1600 раз превышает ту, которую там оказывает солнце.

Закон как Связующая нить.

Закон, согласно которому данная фигура при увеличении увеличивается в объеме гораздо быстрее, чем на поверхности, в нашем кратком обзоре связал воедино большое разнообразие фактов из астрономии, геологии, географии, навигации, инженерии, механики, физики и химии. Я много раз рассказывал об этом молодым людям как о средстве связать воедино повседневные наблюдения и принципы всеобъемлющего подхода. Мальчики и девочки склонны думать, что между наукой и общими знаниями существует непреодолимый барьер. Такого барьера не существует. Солнце, его планеты и их спутники; силы, создающие горы и долины; искусство кораблестроителей, проектировщиков мостов, офисных зданий и маяков; планы изобретателей машин; правила, открытые исследователями, которые переходят от видимости к лежащей в основе реальности молекулы и атома, - все это находится под влиянием элементарного закона, который мы изучали. Есть выгода в том, чтобы таким образом проводить связующую нить классификации, придавая порядок тому, что в противном случае могло бы быть набором вещей, собранных случайным образом. Такой закон, как закон размера, связывает в единство и закрепляет в памяти огромное количество наблюдений и экспериментов, которые в противном случае не имели бы никакой ассоциативной связи, никакого общего освещения.

ГЛАВА XI
СВОЙСТВА

Пища питает. . . Оружие и инструменты прочны и долговечны. . . Одежда украшает и защищает. . . Укрытие должно быть прочным. . . Свойства изменены искусством . . . Высокая полезность бамбука . . . Плетение корзин находит широкое применение . . . Алюминий, способы производства и утилизации. . . Нежелательные качества обернулись прибылью. . . Свойства, которые долгое время были бесполезны, теперь приносят доход. . . Свойства могут быть созданы по мере необходимости.

Материалы ценятся не только за их формы, но и за их свойства. Теперь мы переходим к быстрому обзору свойств, наблюдаемых в дарах природы, модифицируемых искусством, учитываемых многими изобретательными способами, изучаемых исследователями, которые хотели бы знать, в каких деталях конечной формы, размера и движения свойства могут действительно заключаться.

Мы выходим на рынок с несколькими разными монетами: одна из них стоит в сто раз дороже другой примерно того же размера, потому что золото красивее никеля, не тускнеет, может чеканиться в чрезвычайно тонкие листы или соединяться с медью в виде сплава, который выдерживает истирание в течение многих лет после того, как сойдет с монетного двора. Когда мы строим дом, мы хотим, чтобы его фундамент и стены были прочными, поэтому мы платим за гранит более высокую цену, чем за известняк; и выбираем для балок, полов и стропил хорошо обработанную древесину, отдавая предпочтение свежепиленым пиломатериалам, которые могут деформироваться и трескаться от жары летом и от холода зимой. Так и с одеждой: шелк предпочтительнее хлопка или шерсти, потому что он красивее, прочнее и долговечнее. Но пища важнее крова, одежды или любой другой потребности человечества, а питательные качества и вкусовые качества делают орехи, фрукты, зерно и коренья пригодными в пищу. В связи с этим все живые существа подвергаются дискриминации под страхом смертной казни.

Еда.

Дюжина воробьев порхает по двору перед домом; они бросают горсть крошек на гравий перед собой; птицы сразу же начинают подбирать хлеб, оставляя в покое гравий. Они знают, что крошки, которые можно есть, от камня, которые нельзя есть. Самые ранние расы людей, неизмеримо более высокие, чем птицы, по уровню жизни, ели все травы, корешки и плоды, которые только могли найти. Эксперименты здесь были широкими, как мир, и достаточно смелыми, по совести говоря. Во многих случаях были открыты новые и вкусные продукты, совершенно полезные для здоровья. В других случаях, например, при проглатывании макового сока, вызывался сон с намеком на избавление от боли в искусственном сне. В менее счастливых случаях новая пища оказывалась ядовитой, но даже это качество было поставлено на службу. В округе Мендосино, Калифорния, по сей день индейцы выбрасывают в ручьи мыльный корень и коровяк индюшачий, оба смертельно опасных вещества; убитую таким образом рыбу употребляют в пищу без вреда. Те же индейцы превращают желуди и конские каштаны в кашу и хлеб, растирая семена в мелкую муку и промывая ее вяжущую часть водой. Эти и другие аборигены используют в пищу и промышленности многие растения, которыми пренебрегает белый человек, иногда руководствуясь указаниями низших животных. Один из первых исследователей Южной Африки, Ле Вайан, говорит, что готтентоты и бушмены не ели ничего из того, что оставили в покое павианы. Следуя их примеру, он давал ручному павиану новые растения для принятия или отвержения в качестве пищи.

Оружие и инструменты.

Как с едой, так и с другими ресурсами, почти столь же жизненно важными. Давным-давно дикари узнали, что из гикори делают хорошие луки и стрелы, что в качестве дубинки из него получается прочное и долговечное оружие. Он также обнаружил, что по этим качествам мягкая древесина уступает сумаху, а тот и вовсе отсутствует. То же самое было и со всем кругом камней, из которых как воин или ремесленник он изготавливал ножи, долота, наконечники стрел, топоры; важно было использовать только прочные и долговечные породы. Ни один комок сухой глины никогда еще не служил молотком или теслом; счастливы были племена, подобные племенам древней Британии, у которых были под рукой хорошие пласты кремня, из которых несколькими хорошо направленными ударами можно было изготовить целый арсенал инструментов и оружия.

Изменены свойства.

При употреблении в пищу тех продуктов, которые были найдены, при использовании материалов для одежды или строительства, которые были предложены рукой природы, многое было изучено относительно их качеств; одни были признаны хорошими, другие безразличными, третьи плохими. Затем последовало искусство изменять эти качества таким образом, чтобы, скажем, превратить волокно или шнурок из жестких в податливые и таким образом сделать их полезными, а не почти бесполезными. Прогресс человека от абсолютной дикости может быть справедливо оценен по его достижениям в способности изменять качества продуктов питания, одежды, материалов для укрытия, инструментов и оружия. Эти искусства модификации уходят корнями в далекое прошлое. Поначалу они, возможно, заключались просто в использовании преимуществ времени. В самом детстве человечества, должно быть, было замечено, что при хранении плоды, жесткие и кислые, становятся мягкими, точно так же, как теперь мы знаем, что яблоко Болдуин, собранное в октябре, будет лучше храниться в подвале до Рождества, процесс созревания продолжается еще долго после того, как яблоко оторвется от ветки. Только что собранные зерна и семечки обычно мягкие и иногда немного влажные; находясь на солнце и сухом воздухе в течение нескольких дней, они становятся твердыми и остаются целыми в течение месяцев или даже лет бережного хранения. В теплую погоду у многих индейских племен такая пища была почти единственным видом, который оставался съедобным; все остальное быстро разлагалось, за исключением таких выжженных районов, как Аризона, так что коренья, фрукты, мясо птиц, зверей и рыбы приходилось употреблять в срочном порядке - факт, который во многом объясняет прожорливость краснокожих. Сначала его желудок был единственным хранилищем; когда он наполнялся, излишки яств пропадали даром. В морозную погоду этот хаос прекращался; пока длились холода, в его кладовой не было потерь. В некоторых общинах, как, например, в Люрее, штат Вирджиния, или в Мамонтовой пещере, штат Кентукки, в их огромных пещерах были склады, в которых хранились продукты на все двенадцать месяцев. В Нью-Мексико и других засушливых регионах воздух настолько сух, что мясо не разлагается. Мы не знаем, как было обнаружено, что дым обладает такими же свойствами. Вероятно, этот факт проявился при наблюдении за случайным обнажением окорока оленины, когда вонь от костра проникла в его волокна. Рано было установлено, что соль также имеет большое значение для сохранения продуктов питания. Предположим, что буйволиный бок или конина случайно упали в рассол в луже или котле и оставались там достаточно долго для насыщения, то сохранение их сладости после этого дало бы подсказку, понятную умной хозяйке. Консервация путем захоронения в бункерах началась в далекие времена и была полностью описана Плинием в первом веке христианской эры.

Свойства одежды.

Шкура, только что снятая с овцы, и шкура, снятая с быка, такие же гибкие, как и в жизни. Но вскоре они затвердевают, и их неудобно носить в качестве одежды. Увлажнение шкуры - это всего лишь временный ресурс; удовлетворительным, поскольку долговременным, является эффект втирания жира в текстуру шкуры. Пири в Гренландии обнаружил, что шкурки, нарезанные небольшими кусочками, и птичьи шкурки размягчались, когда эскимосские женщины часами пережевывали их.

Увлажнение было таким же заметным подспорьем в ремеслах в старину, как и сегодня. Ветви, корни, лоза, ивняк или стебли волокнистых растений при тщательном пропитывании водой становились настолько мягкими, что их было легко обрабатывать, образуя нити, как в случае с коноплей, отделенные от бесполезной мякоти. Поэтому корзинщик, плетельщик,

строитель, гончар, ткач грубых сетей и капканов давным-давно научились смачивать свои материалы, чтобы сделать их пластичными. Возьмем теперь обратный процесс сушки, при котором древесина становится жестче, а сухожилия используются в качестве примитивной нити. Листья при сушке становятся твердыми и ломкими по текстуре, отсюда необходимость в том, чтобы при плетении и переплетении в качестве кровли работа выполнялась незамедлительно после сбора материала. Плетение грубых циновок и парусов, возможно, положило начало текстильному искусству, которое сегодня дает нам полотна из Белфаста, шелка из Лиона и Милана.

Хлопок Укрепил и украсил кожу.

Хорошая и практичная имитация шелка получается благодаря простой и изобретательной обработке хлопка. В 1845 году Джон Мерсер, наборщик ситца из Ланкашира, однажды отфильтровал раствор каустической соды через кусок хлопчатобумажной ткани. Он заметил, что ткань по мере высыхания странно менялась; она значительно уменьшилась как в длину, так и в ширину, стала более прочной, с повышенной привлекательностью для красителей. Это было началом мерсеризации, которая сегодня позволяет производить хлопчатобумажные ткани почти такие же прочные и красивые, как шелк. Ткань, предпочтительно сотканную из штапеля long Sea Island, погружают в раствор каустической соды, а затем промывают в разбавленной серной кислоте и чистой воде. Попадая в ванну с каустиком, хлопок представляет собой чистую целлюлозу, а выходя из ванны, ткань представляет собой гидратированную целлюлозу с новыми ценными свойствами. Решается вопрос о структурном изменении волокна. Исходная хлопковая нить представляет собой сплющенную трубку, стороны которой плотно прилегают друг к другу, оставляя центральную полость, которая увеличивается по краям окружающей трубки. Она непрозрачна, и поверхность у нее не гладкая. Волокно также имеет небольшой изгиб. Трубка после обработки приобретает округлую цилиндрическую форму; ее полость уменьшается, а стенки трубки утолщаются; поверхность становится гладкой, и каждое волокно приобретает спиралевидную форму. Эффекты, подобные мерсеризации, проявляются как в бумаге, так и в хлопчатобумажной ткани, в результате чего получается растительный пергамент, привычное покрытие для банок с консервами и тому подобное.

Свойства строительных материалов.

Некоторые песчаники, такие как распространенные в Огайо и Индиане, мягкие при обработке в карьере, вскоре затвердевают под воздействием ветра и непогоды; материалы такого рода в древности обеспечивали более долговечное укрытие, чем палатки из веток или шкур. Но строительное искусство заключалось в том, чтобы знать, что дар гораздо важнее, когда искусственная грязь смешивалась с глиной и водой, что приводило к постоянному повышению прочности и долговечности изделия. Это был золотой день в истории человечества, когда впервые глиняную массу размешали в горшок, миску, чайник: тогда был заложен фундамент всего, чего с тех пор достигли гончары, кирпичники, плиточники. Еще одно замечательное открытие, требующее длительного и тщательного эксперимента, было сделано, когда было обнаружено, что глиняная посуда лучше сохраняет свою форму, когда к ней примешивают битые черепки и кусочки кремня. Не менее важным открытием было изобретение строительного раствора, к которому, вероятно, подходили при замазывании грязи или глины в щели между камнями с добавлением сначала одного вещества, а затем другого, пока не было найдено нужное, и связующее и переплетенный материал не стали одной и той же твердости. Римлянам, расе целеустремленной, потребовалось два года,

чтобы изготовить партию строительного раствора; это связующее сегодня выступает из их стен как более стойкое к зубам времени, чем сам камень.

Пламя и Электричество как модификаторы.

Но если вода многое изменила в своих свойствах, то пламя сделало бесконечно больше. Кусок голубого известняка, брошенный в огонь, сгорел до белизны и превратился в известь, которая, смешавшись с водой, оказалась едкой смесью, скользкой на ощупь, — настоящей щелочью. То же самое чудесное пламя заставляло воду полностью исчезать из нагретого чайника; или могло рассеять почти всю подожженную головешку или комок жира. Готовя пищу, он придавал новый вкус самому бедному блюду, изгонял яд из такого корнеплода, как тапиока, и когда батат запекался, он оставался съедобным в течение года. Огонь позволял человеку плавить металлы, как если бы они были воском, размягчать железо или медь, которым ловко взмахнутый молоток придавал форму по его желанию. Здесь также открылся целый мир химии, один из ее первых даров - способность брать руду, ничего не стоящую в неизменном виде, и получать из нее боевой топор, нож, наконечник стрелы. Даже в наши дни электричества инженер должен вызвать огонь, чтобы создать кислоты, щелочи, сахара, спирты из веществ, столь же отличных от них, как железо от железной руды.

Электричество как модификатор свойств, в свою очередь, вызывает пламя затмения. Возьмем пример: полоска ферроникеля быстро растворяется в щелочной ванне; прикрепите один конец металла к отрицательному полюсу батареи или динамо-машины, другой конец - к положительному полюсу; растворение сразу прекращается, и металл начинает подбирать родственные частицы из ванны, добавляя их к себе. Электричество полностью обратило процесс истощения вспять; то, что было съедено, теперь растет, то, что было соединением, теперь разбито на его элементы, один из которых быстро увеличивается в массе. Ничто в мире тепла не поражает так сильно, как этот знакомый процесс обновления энергии аккумуляторной батареи. Многие соединения или расставания, которые невозможно воспламенить, мгновенно создаются электрической волной.

Бамбук богат полезными веществами.

Когда мистер Эдисон изобрел свою электрическую лампу, его первыми удачными нитями были волокна бамбука; они светились ярче всего, что он мог найти, и были достаточно прочными, чтобы выдерживать сильную жару неделями подряд. Отдельный дар природы, такой как бамбук, может быть настолько многогранным, что его применение значительно обогащает человеческую жизнь. Интересной задачей было бы проследить огромный долг современной науки и искусства углероду, железу или серебру в их различных формах. Но бамбук дешевле и распространеннее любого из них, так что стоит взглянуть на многие потребности, которые он удовлетворил, на творения, которые он предложил изобретательности. На Цейлоне, в Индии, Китае, Японии, на Малайском архипелаге это главное природное богатство, главный ресурс для основных жизненных искусств. Прежде всего, это пища. Зарегистрировано не один случай, когда его обильные семена предотвратили ужасы голода; эти семена также обычно ферментируют для получения напитка, напоминающего пиво. У многих видов бамбука есть побеги, которые в молодом и нежном состоянии являются вкусной и питательной пищей. Как строительный материал он прочный и легко расщепляется. Его размеры достаточно разнообразны, чтобы из него получилась удочка для мальчика или колонна для дворца.

“Для китайца, как и для японца, - говорит м-р Фримен-Митфорд в “Бамбуковом саде”, - бамбук представляет высшую ценность; действительно, можно сказать, что нет такой

необходимости, роскоши или удовольствия в его повседневной жизни, которым бы он не служил. Из них изготавливается каркас его дома и покрывается крыша над головой, а также бумага для его окон, навесы для сараев и жалюзи для веранды. Из него сделаны его кровати, столы, стулья, шкафы, тысяча и один маленький предмет мебели. Стружками и обрезками бамбука набиты его подушки и матрасы. Мера розничного торговца, правило плотника, водяное колесо фермера и ирригационные трубы, клетки для птиц, сверчков и других домашних животных, всевозможные сосуды, от богато покрытых лаком подставок для цветов состоятельного джентльмена до самой скромной утвари самых бедных - все это происходит из одного источника. Плот лодочника и шест, с помощью которого он его тащит; его веревки, паруса из циновки и ребра, к которым они прикреплены; паланкин, в котором величественного мандарина несут в его офис, невесту на свадьбу, гроб в могилу; жестокие инструменты палача, веер и зонтик красавицы, копье, колчан и стрелы солдата, перо писца, учебник студента, кисть художника и любимый этюд для его набросков; флейта музыканта, губная гармошка. , медиатор и дюжина различных инструментов странной формы и еще более странных звуков - при изготовлении всего этого бамбук является первой необходимостью. Плетение и плетеные изделия всех видов, от самых грубых корзинок и циновок до тонкой филиграни, покрывающей фарфор, изготавливаются из бамбукового волокна. Тот же материал, из которого делают большие шляпы, похожие на перевернутые корзины, защищает кули от солнца, в то время как работники на рисовых полях выглядят как ожившие стога сена в непромокаемых куртках, сшитых из сухих листьев бамбука ”.

Материалы для плетения корзин.

В Северной Америке у индейцев не было такого ресурса, как бамбук, но с неутомимой проницательностью они вкладывали в пищу или в искусство каждый дар земли. Например, в поисках материалов для плетения корзин они обследовали вдоль и поперек континент, проверяя у каждого растения свойства корня, стебля, коры, листьев, плодов, семян и смолы, насколько это позволяло получить волокна или красители для корзинки, кошелька, переноски. Руководствуясь инстинктом научного исследования, они искали материалы прочные, гибкие, долговечные и легко разделяемые по длине для создания изысканных тканей. В своей работе “Индийское плетение” мистер Отис Т. Мейсон изобразил плетеную корзину бам-ши-бу, основу которой составляют три побега ивы Хинд, сшитые в более легких частях тщательно подготовленными корнями кахума, осоки; в то время как орнамент выполнен из корней камыша, цувиша. Часто корзина, как в этом случае, изготавливается из материалов, найденных за много миль друг от друга, каждый из которых требует терпеливой и умелой обработки руками художника.

Несколько деревьев, в частности кедр, подходят для изготовления корзин с большим количеством ресурсов. Циновки большого размера, сделанные из внутренней части коры, распространены среди индейцев Северного побережья Тихого океана. Из корней того же дерева плетут шляпы, а также сосуды, настолько близкие по текстуре, что они водонепроницаемы. Когда корни отваривают так, чтобы их можно было легко разорвать на волокна, из них формуют нить, сплетенную либо из китовых сухожилий, либо из нитей ламинарии в качестве основы. Среди самых красивых индийских корзин - корзинки племени помо, одна из которых показана на странице 109. Лубки для их кремообразной основы изготавливаются из корневища *Carex barbarae*, которое выкапывают из земли с помощью раковин моллюсков и палочек, и женщина за день закрепляет от пятнадцати до двадцати прядей. Их она помещает в воду на ночь, чтобы сохранить их эластичность и смягчить чешуйчатую кору, которую затем удаляют. Чтобы сделать корзину водонепроницаемой, индейцы штата Орегон плетут внутреннюю часть коры своего клена с максимальной

плотностью. В других регионах более простой метод заключается в применении в качестве гидроизоляции смолы пиньона, сосновых смол или минерального асфальта. Равное усердие и проницательность отличают индейцев от пользователей камня. Шасты нагревают камень такого качества, что при охлаждении он распадается на чешуйки для изготовления оружия и инструментов. Они кладут обсидиановый камешек на наковальню и с помощью агатового резца раскалывают его по своему желанию; все три камня выбираются из огромного разнообразия камней, которые, должно быть, были опробованы и признаны некачественными.

Алюминий и его применение.

От индийских ремесел, доведенных благодаря мастерству, терпению и хорошему вкусу аборигенов до замечательных триумфов, давайте обратимся к достижениям современного химика, который, призвав на помощь электричество, даровал новый металл промышленности, сделав возможной новую экономию в широком сообществе искусств. Алюминий был открыт в 1828 году немецким химиком Велером, который отметил его легкость, прочность и пластичность. На Столетней выставке в Филадельфии в 1876 году был показан землемерный транспорт, построенный из алюминия, но металл в то время стоил в шесть раз дороже серебра, так что инструмент несколько лет оставался нераспечатанным. Конечно, инженеров и механиков очень интересовал металл, всего лишь примерно на треть тяжелее латуни или меди, с белым блеском и электропроводностью на целых пять восьмых меньшей, чем у меди. Все, что препятствовало широкому использованию металла, - это его высокая стоимость. Если бы эту стоимость можно было снизить, у меди и даже серебра сразу же появился бы конкурент. После многих неудачных из-за дороговизны способов получения металла был разработан метод, одновременно простой и недорогой.

Этот метод отделения алюминия от его соединений был разработан Чарльзом М. Холлом, когда он был студентом-старшекурсником Оберлинского колледжа, штат Огайо. Его успех зависел от его знаний о свойствах родственных металлических соединений. Он признал вероятную ценность алюминия в искусстве, возможность его производства в больших количествах при низких затратах. Он полагал, что электролиз окажется наиболее удобным, тщательным и недорогим методом; но в то время не было известно никакого процесса, с помощью которого его можно было бы применить к этому элементу. Его задача состояла в том, чтобы найти форму электролита, богатого алюминием, который было бы сравнительно легко разделить на элементы, и найти вещество для растворителя, которое могло бы стать удовлетворительной ванночкой. Это последнее вещество, кроме того, должно быть хорошим проводником электричества, должно легко растворять предлагаемый электролит и должно обладать более высокой устойчивостью к электролитическому разрушению, чем электролит. Поиск необходимых веществ для электролита и растворителя включал в себя изучение всех доступных соединений алюминия, изучение различных возможных растворителей для выбранного соединения и определение электропроводности. Благодаря редкому знакомству с химией и физикой предмета, со свойствами каждого соответствующего вещества, поиски через некоторое время были вознаграждены полным успехом. Было обнаружено, что боксит — фактически оксид алюминия, глинозем — растворяется расплавленным криолитом, двойным силикатом алюминия и натрия, и что последний, свободно растворяя боксит и выступая в качестве идеального растворителя, также сам распадается под действием электрического тока при гораздо более высоком напряжении, чем глинозем. Насколько известно, это единственные вещества в природе, которые находятся друг с другом в таком соотношении, что позволяют производить металл в промышленных масштабах.

Алюминий как конструкционный материал разочаровал некоторых своих прежних сторонников. С ним трудно работать, заедая зубья напильников и сопротивляясь воздействию режущих и сверлильных инструментов из-за той самой прочности, которая делает его желательным для труб, колонн и тому подобного. Однако его достоинства многообразны: немецкая армия в ходе расследования обнаружила, что шлемы из алюминия, легкие, как войлок, смягчают скользящий удар пули. Для использования солдатами из него теперь делают не только каски, но и посуду для приготовления пищи, гильзы, пуговицы, ножны для мечей и штыков. Он дает фотографу и геодезисту инструменты, сочетающие в себе прочность и легкость. Кроме того, он обладает качеством, которое долгое время придавало ценность литографскому камню Гогенлофена в Баварии. Алюминий так же идеально повторяет рисунок, как и камень, обладая неоценимыми преимуществами, заключающимися в том, что металл можно легко изогнуть для цилиндрического пресса, что он компактен и легок при хранении, но при этом лишен хрупкости, которая сделала камень столь дорогостоящим инструментом как для художников, так и для печатников. Для получения насыщенного цвета из камня может потребоваться повторять один оттиск поверх другого снова и снова; из алюминия достаточно одного оттиска, так как можно безопасно применять сильное давление.

Алюминий обладает настолько большим сродством к кислороду, что играет заметную роль в металлургии других металлов. При разливке чугуна, стали или латуни добавление к каждой тонне от двух до пяти фунтов алюминия значительно улучшает качество продукта; алюминий, соединяясь с закупоренными газами, уменьшает выдувные отверстия и делает расплавленный металл более текучим и, следовательно, более однородным. Второе применение алюминия обеспечивает то же качество; он был разработан доктором Гольдшмидтом для получения высоких температур и особенно полезен при сварке стальных рельсов и труб. Смесь мелкодисперсного оксида железа и алюминия воспламеняется магниевой лентой; в результате получается очень высокая температура, поскольку алюминий соединяется с кислородом, получаемым из оксида железа.

Алюминий из-за своей легкости занимает большое место в военно-морском оборудовании, в автомобилестроении и т.п., где снижение веса имеет первостепенное значение. Использование алюминия в кухонной утвари постоянно расширяется; этот металл является отличным проводником тепла, не подвержен порче при использовании и при растворении образует безвредные соединения. Главным недостатком алюминия является его низкая прочность на разрыв, которая для литого металла составляет всего от 10 000 до 16 000 фунтов на квадратный дюйм. Улучшение достигается путем добавления в качестве сплава небольшого количества какого-либо другого металла, такого как никель или медь. Когда одна часть алюминия соединяется с девятью частями меди, получается алюминиевая бронза, самый прочный и красивый из медных сплавов, по блеску очень напоминающий золото.

Алюминий находит признание в качестве электрического проводника. Установка такого рода в Канаде соединяет водопад Шавиниган с Монреалем, расстояние до которого составляет 84,3 мили. Используются три кабеля, каждый из которых состоит из семи проводов № 7. Общие потери при передаче 8000 лошадиных сил при напряжении 50 000 вольт на генерирующей станции составляют около восемнадцати процентов. При сравнении равных проводников в круглых цифрах поперечное сечение алюминиевого кабеля в полтора раза больше, чем у медного кабеля, вес составляет половину, а прочность на разрыв - три четверти. Учитывая все обстоятельства, когда алюминий составляет $2\frac{1}{10}$ от цены меди, инвестору в равной степени служат оба металла в качестве проводников. Это справедливо

только для оголенных проводов. Там, где требуются кабели с изоляцией, увеличенный диаметр алюминиевого провода влечет за собой дополнительные расходы на изоляционный материал.

Объекты, которые поначалу казались нежелательными, привлекаются к ответственности.

Поначалу легкость и непрочность алюминия были сильно против этого; они, как мы видели, вскоре были преодолены путем легирования металла медью или никелем. Но за счет придания алюминиевым формам максимальной жесткости, усиления этих форм стальной проволокой металл получается достаточно прочным и жестким для чашек, тарелок, фотоаппаратов и других инструментов, для которых наиболее желательна легкость. Во многих других случаях материал или характеристика, поначалу казавшиеся нежелательными, были превращены в превосходный результат. Дымность топлива не упоминается в его рекламе, и все же дымность - это именно то, что ищут в ветках, стерне или углях, которые поджигают, чтобы дать растениям облако, защищающее их от несвоевременных заморозков. Удивительно, как мало топлива будет служить в таких случаях, особенно если атмосфера спокойная, чтобы не заносить дым туда, где он не нужен. Можно привести множество других примеров качества, нежелательного для одной услуги, а затем использовать его для удовлетворения новой потребности. Иногда также наиболее полезными являются оскорбительные качества. Первоначально произведенный осветительный газ имел неприятный запах, который позволял быстро и безошибочно определить утечку. Когда начали использовать водяной газ, наиболее вредный при вдыхании, химики были озадачены, не зная, как придать ему неприятный запах; они обнаружили, что качество, на которое долго жаловались, на самом деле было замаскированным преимуществом.

Итак, в электрической области, когда непрошеное качество вторгается само по себе и оказывается нежелательным, возникает вопрос, на какую службу мы можем его привлечь? Нередко ответ оказывался в высшей степени выгодным. Лодж рассказывает нам, что некачественный электрический контакт одно время рассматривался просто как досадная помеха, из-за исключительно неопределенного и капризного характера передаваемого им тока. Профессор Хьюз заметил его чувствительность к звуковым волнам, и он стал микрофоном, который, должным образом модифицированный, превратил телефон из шепота любопытной игрушки в полные тона, обеспечившие коммерческий успех во всем мире. Оказывается, что тот же самый “плохой” контакт чувствителен и к электрическим волнам, фактически образуя не что иное, как связывающее устройство беспроволочного телеграфа.

Многие электрики были озадачены и сбиты с толку маленькими пузырьками воздуха, которые появлялись на металлической поверхности, погруженной в электрическую ванну, прерывая атаку, которую хотели довести до конца. К счастью, есть задача, которую эти самые пузырьки выполняют так, как если бы они были созданы только для какой-либо другой цели, а именно, повторная заточка файлов. Сначала матовые и грязные напильники помещают на двенадцать часов в пятнадцати-двадцатипроцентный раствор каустической соды. затем их чистят щеткой для царапин и пятипроцентным раствором. содовый раствор. Затем их помещают в ванну, состоящую из шести частей по сорок процентов. азотная кислота, три части серной кислоты и 100 частей воды, при этом каждый напильник соединяется с пластиной из углеродистой стали, погруженной близко к нему, с помощью медной пластины, соединяющей вверху весь углерод и напильники. В результате происходит короткое

замыкание аккумулятора, выделяющего газ на поверхности напильников; пузырьки, прилипающие к остриям напильников, защищают их от разъедания, в то время как остальной металл подвергается травлению. Каждые пять минут напильники вынимают и промывают в воде, чтобы удалить окись, которая скапливается на их поверхности. После достаточного протравливания их помещают в известковую воду, чтобы удалить прилипшую кислоту, сушат в опилках, чтобы предотвратить образование ржавчины, и натирают смесью масла и скипидара. Незаменимой во всем процессе является защита, обеспечиваемая пузырьками воздуха.

Зло, Будь Моим Добром.

Долгое время благодаря образованию искр электрические машины не попадали в шахты, подверженные возгоранию, которые могли взорваться от этих искр. Во многих других местах они творили зло не менее серьезное, поджигая стружки, хлопок и тому подобное. Сегодня эти самые искры используются для воспламенения газов и воздуха в газовых двигателях всех типов, как стационарных, так и для автомобилей и моторных лодок. С другой стороны, автомобиль должен быть снабжен средством создания того, что обычно считается помехой, а именно шума. Двигаясь быстро на толстых резиновых шинах, он не подает никаких предупреждений незадачливым путникам. В канадских городах, где зимой глубокий снег может заглушать поступь лошадей, все сани под страхом сурового наказания должны быть снабжены надежными колокольчиками.

Компенсирующие устройства.

Иногда важное свойство имеет нежелательные последствия, которые в особых случаях не могут быть использованы с пользой и должны быть уравновешены с максимальной осторожностью. Многие детали механизмов, из которых изготовлены материалы, подвержены отклонениям, которые должны быть компенсированы равным или противоположным действием. Задачи такого рода решаются при близком знакомстве со свойствами обычных и необычных веществ. С момента первого изготовления часов возникало много проблем из-за перепадов температуры, которые влияли на размеры маятников и, следовательно, на скорость их хода. Эту трудность можно преодолеть, воспользовавшись тем фактом, что при нагревании цинк расширяется примерно в два с половиной раза сильнее, чем сталь. Соответственно, двухсекундный маятник больших часов в Вестминстере сделан из стального стержня длиной 179 дюймов и менее массивной цинковой трубки длиной 126 дюймов; они соединены только нижними концами и параллельны. При изменении температуры колебания длины стали компенсируют колебания, происходящие в цинке. Другим способом достижения той же цели является использование цилиндра, частично заполненного ртутью; поскольку она поднимается при нагревании, удлинение точно компенсируется расширением его опорного стального стержня.

Гравитацию, ту универсальную силу, на которую мы только что обратили внимание, когда она раскачивает маятник, нельзя изгнать, но ее толчок вниз может быть уравновешен равным толчком вверх. Совершив замечательный подвиг, Плато налил масло в смесь воды и спирта, добавляя спирт до тех пор, пока не получил смесь, имеющую тот же удельный вес, что и масло, — которая теперь превратилась в сферу, заняв свое место в середине разбавленного спирта. Затем он поместил в масло вертикальный диск, который стал вращать; очень скоро масляные шарики отделились от исходной массы, и поскольку спутники двигались в том же направлении, что и первичная сфера, поскольку, погруженные в разбавленный спирт, они

разделяли направление ее движения: все это представляло собой замечательную иллюстрацию того, как туманности могут становиться планетами, лунами и солнцами.

Жидкостные компасы для судов построены примерно по тому же принципу, что и модель Плато. Их иглы расположены в полых металлических держателях того же удельного веса, что и погружаемая жидкость, в которых, следовательно, они совершенно свободно перемещаются на своих сапфировых подшипниках. Иногда желательно использовать стрелки компаса так, чтобы они реагировали на малейшее магнитное воздействие. С этой целью одна игла помещается над другой, северный полюс первой над южным полюсом второй; астатическая игла, образованная таким соединением, гораздо более чувствительна, чем простая игла. Астатическая стрелка, несмотря на всю ее изобретательность, используется мало; несравненно большее значение имеет другое магнитное устройство - телефон. Как только он заработал, в его сообщениях была обнаружена серьезная ошибка; они поступали размытыми и смешанными со множеством звуков и шумов, как будто передающий провод улавливал каждую слышимость в округе. Трудность устраняется путем использования двух проводников вместо одного и расположения их таким образом, чтобы токи, индуцируемые в одном проводнике, были точно равны и противоположны токам, индуцируемым в другом.

Недвижимость, которая долгое время считалась бесполезной, теперь приносит доход.

Если свойства, поначалу вызывавшие нежелание, наконец были привлечены к ответственности, то же самое относится и к свойствам, которые долгое время считались совершенно бесполезными. Большая и интересная книга могла бы быть наполнена историей о том, как побочные продукты, давно выброшенные за ненадобностью, вознаградили за тщательное изучение большой прибылью. Так веками выбрасывались отруби на мукомольных заводах: сегодня они могут приносить всю прибыль мельнику или даже больше этой прибыли. В Южных Штатах еще поколение назад семена хлопка считались бесполезными. В настоящее время этот продукт, так долго выбрасываемый впустую, является основой крупной промышленности, с тонны семян получается около 1089 фунтов. мяса до 20 фунтов. пуха; из этого мяса 800 фунтов. получается лепешка и мука; из оставшегося, 289 фунтов., получается масло, заменяющее оливковое масло и сало. Еще несколько лет назад глицерин выбрасывали, поскольку он производился на свечных заводах и мыловаренных фабриках. Сейчас он настолько ценен, что производители применяют именно тот метод получения жирных кислот, при котором из нейтральных жиров получается наибольшее количество глицерина. Таким образом, при производстве бумаги сода, которая раньше попадала в ручьи и реки для загрязнения источников водоснабжения, теперь используется снова и снова, что в значительной степени увеличивает чистые результаты производства. Ни одна отрасль промышленности за последние годы не демонстрировала такого широкого использования ранее израсходованных продуктов, как производство чугуна и стали. Из его шлаков изготавливают кирпичи, цемент и стекловидные непроводники тепла и электричества. Его газы используются для двигателей, развивающих огромную движущую силу, или они частично конденсируются для получения ценных кислот или других соединений. В этих и тысячах других случаев вопрос заключался в том, каковы свойства этих побочных продуктов? Как их можно сделать полезными?

Разделение приводит к разнообразию свойств.

Давайте обратим внимание, насколько разнообразные вещества отделяются друг от друга за счет различий в их свойствах. Когда горсть зерна, только что прошедшего под цепом,

подбрасывается вверх порывом ветра, его мякина разносится намного дальше зерна; разница в ширине поверхности в сочетании с разницей в плотности позволяет ветру произвести тщательное разделение. Обычная вентиляторная мельница с ее быстрым потоком воздуха работает намного лучше, чем порывистый ветер, потому что работает непрерывно. Эта простая машина, как и любая другая, которая принимает смесь и разделяет ее ингредиенты, использует разницу в свойствах. В устройстве Эдисона для удаления железа из песка или пыли серия мощных магнитов нависает над потоком песка или порошкообразного материала, отклоняя частицы железа так, что они падают в мусорное ведро сами по себе, в то время как мусор попадает в соседнее более крупное ведро. В венгерском процессе помола муки пшеница сначала измельчается валками; затем различные продукты разделяются с помощью процессов, которые приводят к различиям в удельном весе - часто, но незначительным.

Отделение алмазов от других камней может показаться более сложным делом, чем на венгерской фабрике. Его выполнил мистер Фредерик Керстен из Кимберли, Южная Африка. Однажды он заметил у себя под локтем необработанный алмаз и гранат на доске. Он приподнял один конец этой доски, и, хотя гранат соскользнул, бриллиант остался нетронутым. В чем была причина? Он заметил, что на дереве был слой жира, который, возможно, удерживал алмаз, пока гранат соскальзывал. Он взял доску пошире, смазал ее жиром и высыпал на нее горсть мелких камней, некоторые из которых были необработанными алмазами. Он обнаружил, что, слегка наклонив доску и осторожно поколебав ее, все камни, кроме бриллиантов, отвалились, а бриллианты прилипли к смазке. Он немедленно построил машину с промасленной доской в качестве разделителя и добился успеха.

Совсем по другому плану построена угольная машина, которая отделяет уголь от сланца. Струи воды направляются вверх через сито таким образом, чтобы попасть на измельченную смесь угля и сланца, превращая массу в зыбучий песок. Поскольку сланец тяжелее угля, он не уносится так далеко и поэтому попадает в отдельный поток и выбрасывается.

Свойства, недавно открытые и произведенные.

Разделения, подобные тем, которые мы только что рассмотрели, основаны на очевидных различиях в плотности. Неочевидные, но весьма полезные свойства проявляются год от года по мере того, как наблюдатели становятся более бдительными и проницательными, поскольку для их помощи изобретаются новые инструменты, поскольку измерения становятся более точными, так что постоянно обнаруживается, что материя обладает гораздо более богатыми свойствами, чем предполагалось ранее. Мы давно знаем, что углерод имеет формы, которые варьируются так же широко, как уголь, графит и алмаз. Многие другие элементы обнаруживаются в подобном маскараде. Железо, например, принимает три формы: *альфа*, *бета* и *гамма*. *Альфа*- железо мягкое, слабое, пластичное и сильно магнитное; *бета*- железо твердое, хрупкое и слабомагнитное; *гамма*- железо также твердое и слабомагнитное, но пластичное. Джоуль, знаменитый английский экспериментатор, приготовил смесь железа с ртутью; когда он отгонял ртуть, оставшееся железо загоралось на воздухе, доказывая, что оно отличается от обычного железа. Муассан показал, что аналогичные эффекты возникают, когда при соединении с ртутью выделяются хром, марганец, кобальт и никель.

Сначала сталь ценилась за ее прочность и эластичность; сегодня мы также интересуемся ее теплопроводностью или электричеством, ее поведением в мощных магнитных полях, ее способностью поглощать или отражать светящиеся или другие лучи. По мере развития

искусства мы открываем новые возможности для изменения свойств материи, создавая новые интенсивности тепла и холода, каждая из которых оказывает новое воздействие на прочность, эластичность, проводимость. То же самое и с экстремальными давлениями, возможными только с помощью современных гидравлических устройств, которые доказывают, что мрамор пластичен, и уменьшают плотность древесины до плотности, сравнимой с плотностью угля, объясняя, как антрацит давным-давно образовался из растительности.

И одно открытие только прокладывает путь для другого, и так до бесконечности. Открытие нового свойства - чувствительности соединений серебра к свету - привело к появлению нового средства дальнейшего открытия - фотопластинки. Эта пластинка, реагирующая на лучи, которые безответно падают на сетчатку, открывает нам многое неизвестное и неожиданное. В старину, когда наблюдатель ничего не видел, он думал, что смотреть не на что. Теперь мы знаем лучше. Благодаря чувствительной пластине у нас есть основания полагать, что свойства, которые когда-то считались исключительными, на самом деле универсальны. Фосфоресценция, с незапамятных времен знакомая по светлячку, гниющим бревнам и рыбе, теперь заявляет о своей возбудимости во всех веществах, хотя обычно и в незначительной степени. Случай типичный: полярископ, спектроскоп, флюороскоп, магнитометр, электроскоп, каждый из которых использует в качестве сердцевины вещество необычайной чувствительности, обнаруживает это качество во всем, что попадает в его поле зрения. Таким образом, изо дня в день материя раскрывается в новом богатстве свойств и, следовательно, в новой и соответствующей сложности структуры. В прошлые века человечество со многими вещами соглашалось поверхностно и ни о чем не имело глубоких знаний.

Имея перед собой материалы, более богатые по разнообразию, чем когда-либо прежде, и более понятные, чем раньше, изобретатель спрашивает: "Какие свойства я желаю иметь конкретному веществу?" Затем он приступает к изготовлению, если сможет, неувядающей краски, изолятора, стойкого к высоким температурам, сплава, размеры которого при воздействии тепла или холода остаются неизменными. Он находит материалы гораздо более доступными, чем можно было представить столетие назад, что наглядно доказывают стекольная промышленность, легирующая промышленность, производство искусственных красителей.

Склад Эдисона в помощь.

Мистер Эдисон, чтобы помочь ему найти именно то вещество, которое ему нужно для новой цели, имеет в своей лаборатории в Ориндж, штат Нью-Джерси, большую кладовую, заполненную материалами всех видов. Он может пожелать особенно высокой степени эластичности, твердости, абразивной способности или чего-то еще; для обеспечения этого он собрал большое разнообразие пород дерева, слоновой кости, волокон, рога, стекла, фарфора, чистых и легированных металлов, щелочей, кислот, масел, лаков и так далее. Возьмем один пример из многих, которые можно было бы привести на его полках; он считает, что сапфир является лучшим стилусом для вырезания канала на фонографическом цилиндре. Твердые, кремнистые частицы из воздуха могут попадать в воск и притуплять режущую кромку. Бриллианты были бы лучшими проводниками, но их стоимость вынуждает его выбрать сапфиры в качестве следующих лучших; их можно приобрести по разумным ценам, и при обычных условиях ношения они служат десять лет.

ГЛАВА XII
СВОЙСТВА—*Продолжение*

Производя больше и качественнее света как от газа, так и от электричества. . . Светильник Драммонда. . . Вельсбахская мантия. ... Многие соперники углеродных нитей и карандашей ... пылающие дуги и трубки с парами ртути.

Светоотдающие свойства.

Г-н Эдисон добился триумфа не только в придании звуку стойкости, но и в создании электрического освещения новой экономики. Оба подвига основывались на мастерском знании свойств. Столетие назад свечи освещали как богатых, так и бедных, с той лишь разницей, что воск сиял во дворце, а сало - в хижине. Масляные лампы, горевшие на маяках Англии и Америки, несмотря на всю их величину, явно были родственны эскимосскому блюдцу, наполненному ворванью и обклеенному мхом в качестве фитиля. И все же на протяжении веков от каждого очага в христианском мире исходило обещание чего-то лучшего, поскольку тлеющие угли или поленья дерева радовали не только теплом, но и своим светом. Мы многим обязаны Джеймсу Уатту, который усовершенствовал паровую машину и придал ей, по существу, тот вид, который она сохраняет по сей день. Мы также в большом долгу перед его помощником Уильямом Мердоком, который, благодаря предложению лорда Дандональда, внимательно наблюдал за процессом, посредством которого угли дают свет. Он увидел, что при сильном нагревании твердое топливо испускало потоки газа, которые горели с необычайной яркостью. Здесь производство и сжигание газа происходило в один и тот же момент в одном и том же месте; можно ли разделить этот процесс, чтобы газ можно было производить здесь и сжигать в другом месте в любое удобное время? Эксперимент доказал, что проект осуществим, и сразу же завод в Сохо, недалеко от Бирмингема, на котором были построены двигатели Уатта, был освещен газом. Таково было начало отрасли, которая сейчас важна во многих отношениях. Сегодня газ дает не только свет, но и тепло и электроэнергию, в то время как, особенно в металлургии, топливо все чаще используется после восстановления до газообразной формы.

Как была изобретена Газовая мантия.

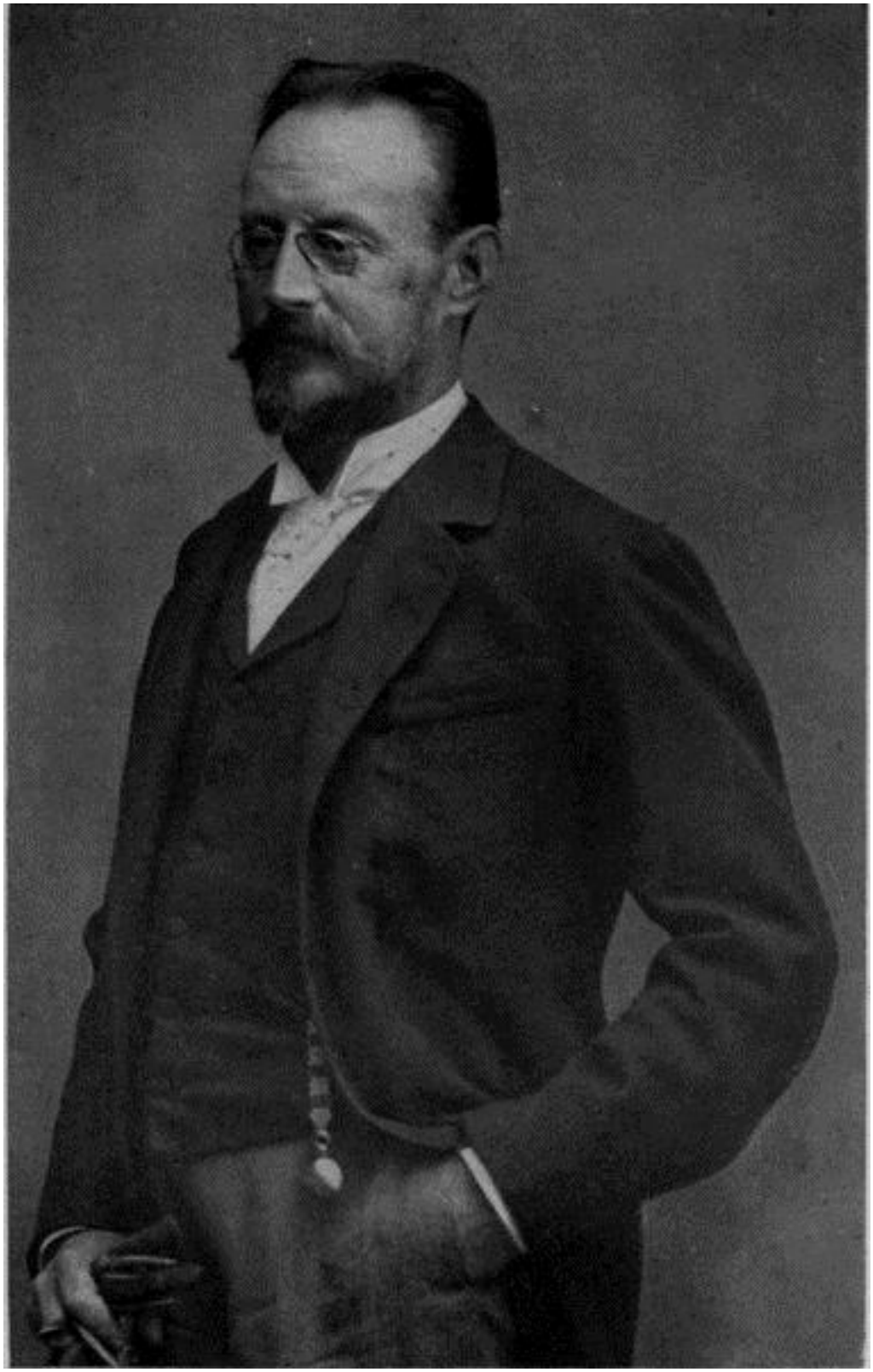
На заре газодобычи было замечено, что газы различных видов сильно различались по светоотдающим свойствам. Вскоре было показано, что их свечение зависит от углерода, доведенного до накала в пламени; в отсутствие этого углерода, например, при потреблении струи чистого водорода, сильный нагрев вообще не сопровождался появлением света. Затем произошло замечательное открытие, а именно, что известь, введенная в горящую струю водорода, стала интенсивно светиться, хотя сама по себе медленно сгорала. Приняв известь за основу своего аппарата, капитан Томас Драммонд из королевских инженеров в 1835 году изобрел лаймовый свет. На брусок чистой спрессованной негашеной извести он направил струю горящего газа, получив луч огромной яркости, который до сих пор используется в стереоптиконах и в театрах. В современных типах ламп Drummond используется двойная струя водорода и кислорода. Известь имеет много родственных веществ, обладающих светоотдающими свойствами при сильном нагревании, и среди них много редкоземельных элементов, оксидов редких элементов. Этим странным веществам было суждено сыграть заметную роль в битве между газом и электричеством в качестве

источников освещения. Когда Эдисон в 1878 году усовершенствовал свою лампу накаливания, казалось, что электричество вскоре станет единственным источником освещения в домах. Но инженеры-газовики должны были порадоваться изобретению мантии, которая в четыре раза увеличила яркость газового пламени, в значительной степени выдерживая конкуренцию электричества. Эта мантия была изобретена доктором Ауэром фон Вельсбахом, химиком из Вены, который практически перенял принцип света Драммонда. Его усилия дают нам замечательный пример изобретателя, переходящего от подсказки к испытанию, изо дня в день встречающего новые трудности с неизменным мужеством и находчивостью.

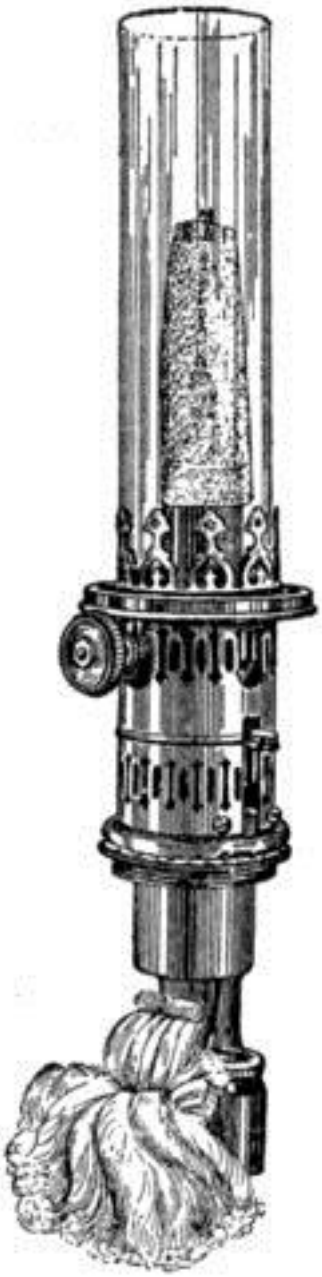
В 1880 году доктор фон Вельсбах занялся изучением редкоземельных элементов, главным образом с целью определения их ценности в качестве источников света. Когда он подносил один образец за другим к плавящемуся огню на кусочках платиновой проволоки, он обнаружил, что образовавшиеся маленькие шарики были неблагоприятной формы для получения света. Затем ему в голову пришла идея того золотого качества, которое приходит только к человеку, который сам зарабатывает на это: почему бы не пропитать хлопок растворами солей редкоземельных элементов, не сжечь хлопок и не оставить после себя землистый скелет небольшой толщины и большой поверхности? Эксперимент доказал, что идея была многообещающей, но скелеты рассыпались в прах при малейшем толчке. Для успеха необходима была достаточная степень сплоченности, но для обеспечения этой сплоченности требовались навыки, ресурсы и терпение. После долгой серии испытаний была изготовлена мантия из оксида лантана; погруженный в пламя, ее луч был особенно ярким, и теперь впервые можно предположить, что редкоземельные элементы могут излучать свет в больших масштабах. Но беда была не за горами, и преодолеть ее можно было только в конце долгого труда.

Во время отсутствия в течение нескольких дней изобретатель оставил мантию из оксида лантана запертой в своей лаборатории. Когда он вернулся, она превратилась в порошок, притянув из атмосферы как влагу, так и углекислый газ. Очевидно, этого вредного притяжения следует избегать, добавляя ингредиент, поддерживающий сухость мантии и предохраняющий ее от соединения с углекислым газом. Для этой цели была выбрана магнезия; полученный состав оказался прочным и давал приятный свет умеренной интенсивности. Но, увы, после примерно семидесятичасового свечения мантия утратила свое сияние, став стекловидной и полупрозрачной. Столкнувшись с такими трудностями, неутомимый изобретатель обратился к смесям на основе циркония; они не только давали устойчивый луч, но и продлевали срок службы мантии на сотни часов. Все еще стремясь получить как можно больше света, доктор фон Вельсбах протестировал оксид тория с удовлетворительными результатами; однако, как ни странно, когда он очистил этот материал до предела, его свет необъяснимым образом погас. В чем могло быть дело? Несомненно, в процессе очистки был выброшен какой-то бесценный элемент. В исследованиях моего сотрудника, г-на Людвига Хайтингера, оказалось, что этим элементом является церий в незначительных количествах. Это было открытие высочайшего значения; в конце многих экспериментов было определено, что один процент. церия и девяносто девять процентов. для мантии, которую мы используем сегодня, наилучшие пропорции оксида тория. Почему эти пропорции наилучшие, никто не знает, так же как и почему один процент. углерод, добавленный к железу, дает нам сталь, несравнимо лучшую, чем железо, для многих применений. У вельсбахской мантии есть хорошие стороны, помимо экономии газа. Его сгорание является тщательным, так что он выбрасывает в воздух гораздо меньший процент вредных продуктов, чем обычное газовое пламя. Он никогда не дымит, а его свет настолько ровный, что позволяет работать с микроскопом и выполнять другие сложные задачи. У него

есть один недостаток, который еще можно устранить: его свет имеет несколько неприятный зеленый оттенок. В другой главе этой книги описывается природный газ, который намного дешевле обычного осветительного газа. Газ Dowson producer с манометром Welsbach дает свет мощностью от 8 до 10 свечей при потреблении 4,5-4,8 кубических футов в час.



Dr. CARL FREIHERR AUER von WELSBACH
of Vienna.



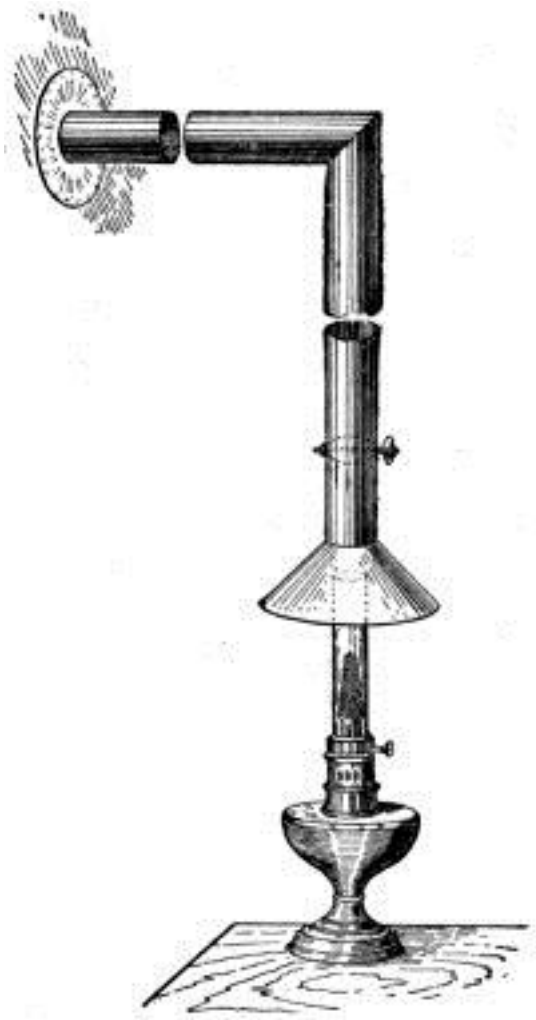
Горелка Boivin для спиртовки, крепится к любой лампе.

До сих пор не было изобретено подходящего кожуха для керосиновой лампы. При использовании спирта кожух дает яркое пламя. Лампа с горелкой Boivin и плафоном Welsbach давала свет мощностью 30,35 свечей в течение 57 часов и 5 минут при потреблении одного галлона спирта, что почти в два раза больше света, чем лампа Miller с круглым фитилем и центральной тягой, сжигающая галлон керосина. В Соединенных Штатах с 1 января 1907 года отменяется акцизный налог на алкоголь, используемый в искусстве, - процесс денатурализации, делающий жидкость непригодной для питья. Поскольку этот спирт можно легко производить из зерна или картофеля по цене от 20 до 25 центов за галлон, населению будет доступен отличный осветительный прибор, а также отличное топливо и заменитель газа или бензина в двигателях.

Первоначально газовые накидки были ткаными, теперь их вяжут — изменение к лучшему в плотности и упругости текстуры. Почти весь торий, используемый для изготовления мантий, содержится в монацитовых песках провинций Баия и Эспириту-Санту, расположенных вдоль побережья Бразилии. Долгое время эти пески были ценны только из-за содержащегося в них цинка. Сегодня торий, который они содержат, имеет гораздо большее значение; для химической обработки он отправляется в Германию, откуда произведенный продукт доставляется во все уголки земного шара.

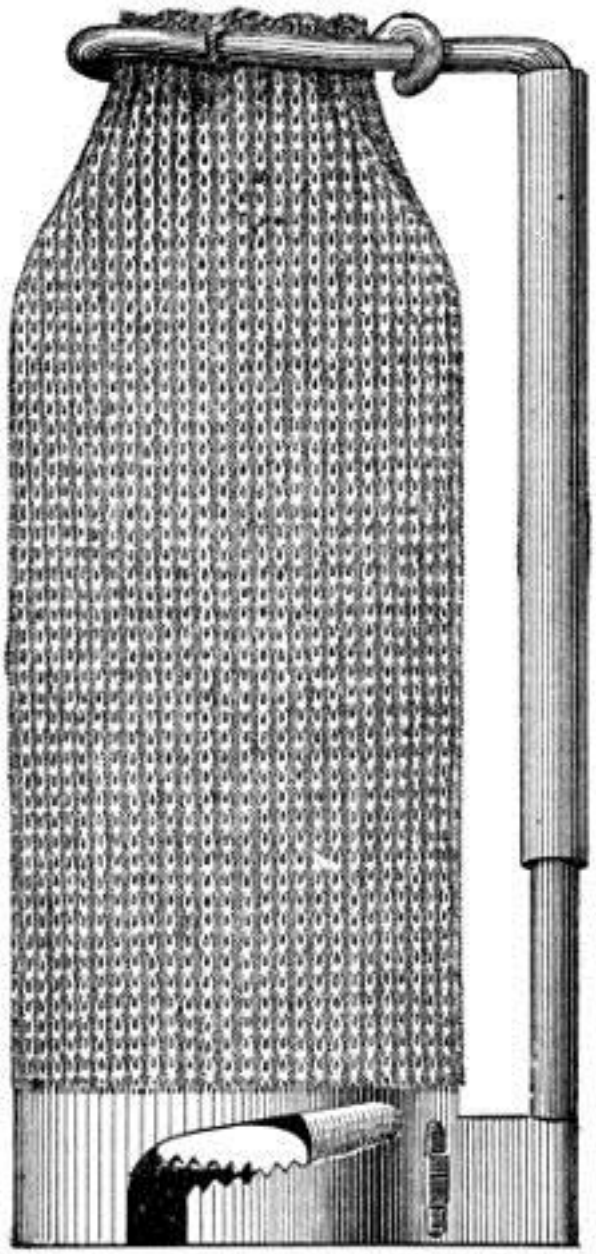
Улучшения в электрическом освещении: лампы накаливания.

В то время как качество мантий Вельсбах постоянно улучшалось и им придавались новые, имеющие особую ценность перевернутые формы, изобретатели в области электрического освещения не стояли на месте. Лампа накаливания Edison по-прежнему используется для внутреннего освещения, несмотря на многочисленные угрозы изъятия. С 1881 года детали ее изготовления неуклонно совершенствовались, а цена значительно снизилась, в то время как потребление тока упало с 5,8 Вт на свечу до 3,1. Этот прогресс, каким бы заметным он ни был, оставляет долгий путь перед изобретателем, который подсчитал, что если бы весь электрический ток был преобразован в свет, свеча обошлась бы нам всего в 0,11 ватта, то есть всего в одну двадцать восьмую часть от суммы, полученной при поджигании углеродной нити накала. В электрическом выражении мощность в лошадиных силах составляет 748 Вт, что при отсутствии отходов при преобразовании составляет не менее 425 ламп мощностью по 16 свечей в каждой.



Спиртовая лампа с вентиляционным колпаком.

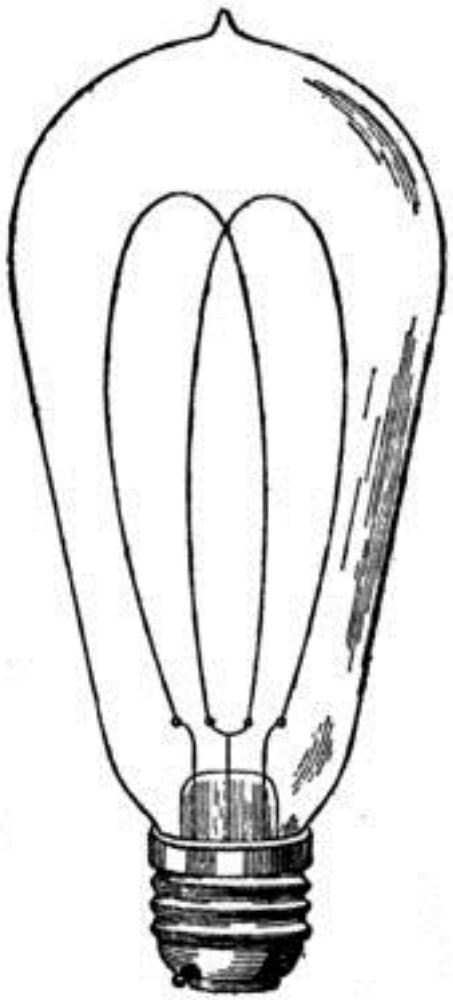
Именно этот огромный потенциал для совершенствования подтолкнул изобретательность к решению проблемы электрического освещения со многих новых сторон. Компания General Electric производит углеродную нить накаливания, эффективность которой на одну пятую выше, чем у обычной необработанной нити накаливания. Волокна обычного вида целлюлозы заключены в углеродную коробку, помещенную в печь сопротивления с углеродными трубками, нагретую до температуры от 3000 ° до 3700 ° C. Это превращает нить накала в графит повышенной светимости, который, кроме того, чернит заключающее его стекло гораздо меньше, чем обычная нить накала.



Мантия Вельсбаха.

На заре электрического освещения было проведено множество экспериментов с нитями из платины, но безуспешно. Этотметалл остается неплавленым при очень высокой температуре, но как источник света его качество оставляет желать лучшего. В последние годы исследователи обратились к другим металлам с высокой температурой плавления и получили настолько замечательные результаты, что мы можем ожидать, что некоторые из них найдут широкое применение в ближайшем будущем. Было обнаружено, что тантал, редкий и дорогостоящий металл, дает мощность свечи всего в два ватта, а при особо благоприятных обстоятельствах - всего 1,85 Вт. Осмий в руках доктора Ауэра фон Вельсбаха снижает этот показатель до 1,5 Вт. Доктор Ханс Кузель из Бадена, Австрия, использовал вольфрамовые нити в лампах, которые, по его утверждению, потребляли всего один ватт на свечу. Судя по этим новым лампам, представляется весьма вероятным, что, как только методы производства будут улажены и стандартизированы, мир получит электрическое освещение небольшими партиями, гораздо более дешевое, чем когда-либо прежде.

Танталовая лампа.



Вольфрамовая лампа доктора Ганса Кузеля.

Новые дуговые лампы.

Для больших помещений внутри и на открытом воздухе дуговая лампа сохраняет свою популярность во многом в форме, первоначально разработанной мистером Чарльзом Ф. Брашем из Кливленда. Но, как и в случае с лампой накаливания, многие конкуренты сейчас оспаривают это поле, так что замена может быть совсем рядом. Угольные карандаши, образующие так называемые пылающие или светящиеся дуги, пропитаны солями элементов кальциевой группы, обладающими исключительной светимостью. В этих лампах основным источником света является сама электрическая дуга, а не светящийся конец положительного углерода, как в обычной дуговой лампе. Как соли кальция испарения в газах они обеспечивают путь меньшее сопротивление, чем воздух для прохождения тока таким образом, что электроды могут быть сделаны только в расстоянии, которое может достигать 2½ дюйма. Эти лампы требуют свободной вентиляции, поэтому они должны быть открыты. Их экономичность необычайна: мощность свечи составляет 0,353 Вт по сравнению с 1,78 Вт для дуговой лампы закрытого типа, что в пять раз повышает эффективность. Чтобы обновить угли, которые быстро расходуются, новое устройство обеспечивает новые карандаши в картриджном исполнении по мере необходимости. Без этой помощи часто требуется обрезка, и этот факт в сочетании с высокой стоимостью углеродов уменьшает чистую выгоду от их использования. В другой линии экспериментов были достигнуты примечательные результаты с оксидами металлов. Магнетит, оксид железа, развил мощность свечи всего в половину одного ватта. Ферротитан, соединение железа и титана, дало мощность свечи

всего в треть ватта, и ожидается, что вскоре с помощью этого замечательного соединения будет достигнута еще более высокая эффективность.

Ртутно-паровая лампа Хьюитта.

Ртутно-паровая лампа Хьюитта.

С совершенно другой стороны мистер Питер Купер Хьюитт входит в сферу производства светильников, используя свечение пара вместо твердой палочки. Его лампа представляет собой длинную тонкую стеклянную трубку; внутри каждого конца запаяна металлическая проволока; на одном конце немного ртути. Когда мощный насос полностью опорожняет трубу, она герметизируется, а ее проводные клеммы подключаются к электрической цепи. При наклоне трубки ртуть течет из конца в конец, образуется дуга, и пары ртути становятся светящимися. Эти пары остаются не израсходованными, и лампа не требует к себе никакого внимания. Его лучи зеленоватые, так что там, где желательны обычные цвета, хорошо использовать дополнительные лампы из углеродных нитей для получения красных лучей. Для улиц, площадей, грузовых ангаров и тому подобного светильник Hewitt идеально подходит в том виде, в каком он изготовлен, его лучи широко рассеиваются и не отбрасывают тяжелых теней. Его высокая актиническая способность делает его особенно полезным для фотографов, в то время как на фабриках, в чертежных, композиторских мастерских и так далее его цвет не вызывает возражений. Его стоимость невелика, так как мощность свечи вырабатывается в больших лампах мощностью всего 0,55 ватта. Недавно разработанная лампа Хьюитта автоматического типа имеет небольшой соленоид или магнит на подвеске прямо над держателем. При замыкании цепи через этот соленоид протекает ток, который мгновенно наклоняет трубку и зажигает свет. Эта лампа особенно подходит для

таких мест, как высокие потолки литейных цехов, где было бы трудно наклонить трубу вручную. Лампы Хьюитта используют либо постоянный, либо переменный ток.

В предыдущей главе мы рассмотрели недавно изобретенные отражатели и рефракторы, которые обеспечивают наиболее полезные пути прохождения света с минимальными потерями, которых можно избежать. Эти устройства, применяемые к горелкам Welsbach и новым электрическим лампам, значительно экономят современное освещение по сравнению с прежними временами.[13]

[13] В феврале 1906 года в Нью-Йорке было основано Общество инженеров-осветителей. Его секретарем является А. Х. Эллиотт, Ирвинг-Плейс, 4, Нью-Йорк. Общество публикует свои материалы и дискуссии.

ГЛАВА XIII
СВОЙСТВА—*Продолжение*. СТАЛЬ

Его новые разновидности представляют собой практически новые металлы, прочные, ударопрочные и термостойкие в таких степенях, которые бесценны для искусства. . . мельчайшие примеси в других сплавах являются наиболее сильнодействующими.

От краткого рассмотрения источников освещения перейдем к быстрому обзору наиболее важной группы конструкционных материалов - сталей. Здесь, как всегда, мы увидим, насколько обильны плоды тщательного изучения свойств. За последние пятьдесят лет были произведены новые стали в столь широком и богатом разнообразии, что мы получили практически множество новых металлов неоценимых качеств.

Стали для прочности.

В 1781 году профессор Торберн Бергман из Университета Упсалы в Швеции показал, что сталь отличается от железа главным образом содержанием примерно одной пятой процента. свинца, или углерода, как мы бы сказали сейчас. Стали могут содержать от одной десятой до полутора процентов. углерода; чем ниже этот процент, тем мягче сталь приближается к кованому железу; по мере увеличения доли углерода до одного процента. прочность стали увеличивается более чем на один процент. прочность снижается, а хрупкость увеличивается. Твердость зависит от процентного содержания углерода в стали. Физические условия почти так же важны, как химический состав; таким образом, масса раскаленной докрасна стали, тщательно выкованная ковкой или спрессованная, упрочняется, что обусловлено либо минимизацией процесса кристаллизации, либо разрушением кристаллов по мере их образования. Микроскоп позволяет выявить многие детали структуры стали и позволил аналитикам значительно сэкономить на производстве желаемых сортов. Под микроскопом стали во многом напоминают кристаллические породы по структуре, с сильно различающимися составляющими. Из них наиболее важным является феррит, чистое или почти чистое металлическое железо, мягкое, слабое, пластичное, с высокой электропроводностью. Следующим по важности является цементит, карбид железа (Fe_3C), более твердый, чем стекло, и почти такой же хрупкий, но, вероятно, очень прочный при постепенном приложении напряжения в осевом направлении. Третий компонент, аустенит, представляет собой твердый раствор углерода или, возможно, карбида железа в *гамма* аллотропном железе (существуют также *альфа* и *бета* утюги). Аустенит твердый и хрупкий в

холодном состоянии, стабилен при высоких температурах и медленно превращается в результате реакции в соединения феррита или цементита. Также были изучены несколько других важных ингредиентов, таких как перлит, проиллюстрированный на противоположной странице.[14]

[14] Генри Мэрион Хоу, “Железо, сталь и другие сплавы”. Второе издание. Опубликовано Альбертом Совером, Кембридж, Массачусетс, 1906.

В то время как углерод является наиболее решающим элементом в смеси, другие ингредиенты оказывают заметное влияние, особенно кремний и марганец. Изобретенный Бессемером процесс, описанный им самим в другой главе этой книги, представленный в 1855 году, произвел революцию в производстве стали благодаря своей простоте, дешевизне и скорости. Он заключается в выжигании из чугуна с помощью обдува горячим воздухом всего или почти всего его углерода. Затем в расплавленную массу добавляют шпигелайзен или другую смесь, содержащую определенное количество углерода и марганца, в результате чего получается сталь желаемого качества. Этот метод производит больше рельсов для железных дорог, чем любой конкурирующий метод; в других областях мартеновский процесс все более и более серьезно конкурирует с ним.

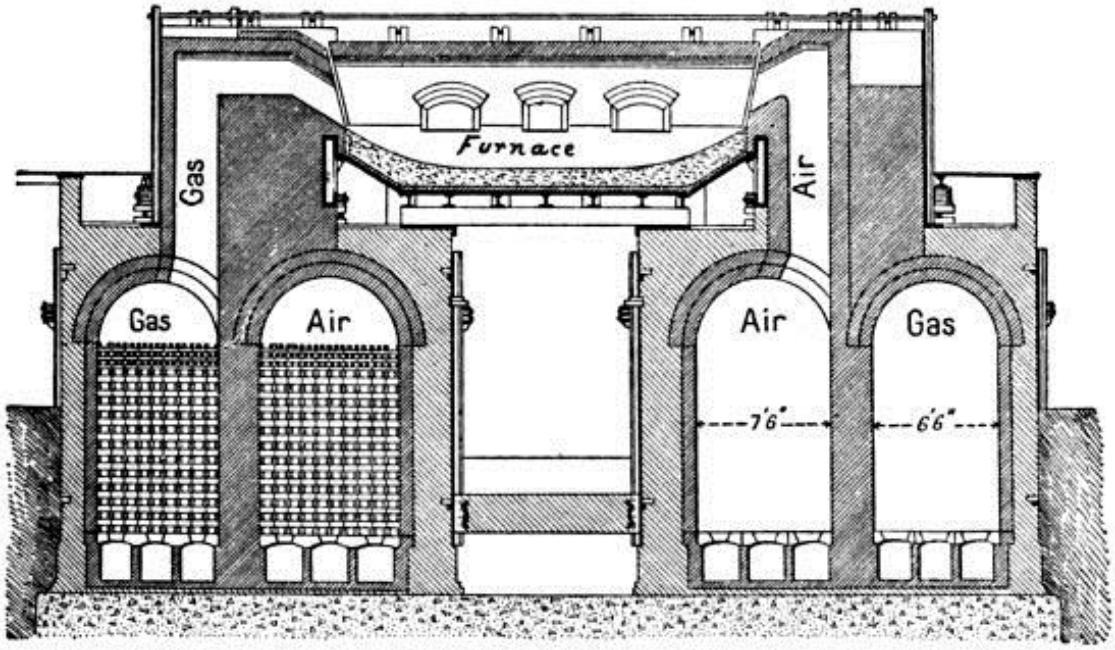
Перлит, увеличенный примерно на 750 диаметров.

Сталь, содержащая более девяти десятых процента кристаллов перлита, окруженных оболочками из цементита (Fe_3C). Увеличенный на 200 диаметров.

УБОРКА АВТОМОБИЛЕЙ “ВАКУУМНЫМ” МЕТОДОМ.

Мартеновский процесс.

Выплавкой стали мартеновским способом в основном обязаны покойному сэру Уильяму Сименсу. В газогенераторе он придал своему топливу газообразную форму, в которой его легче контролировать и оно более эффективно, чем в твердом виде. Более важными были его регенераторы, камеры кирпичной кладки, нагреваемые продуктами сгорания, а затем используемые для подогрева поступающих потоков воздуха и газа на пути к печи. Печь Siemens была во многом модифицирована и значительно улучшена в деталях. Хороший пример мартеновской печи, спроектированной покойным мистером Бернардом Доусоном, показан на странице 165. Он находится в большом очаге, построенном из огнеупорных материалов, на котором плавится металл, когда над ним играет пламя. На каждом конце расположены два регенератора, заполненных шашечными огнеупорными кирпичами, через которые проходит воздух или газ на пути к печи и через которые через определенные промежутки времени выходят продукты сгорания по мере их поступления в дымовую трубу. С каждой стороны один из регенераторов предназначен для воздуха, другой - для газа; между ними имеется прочная перегородка, предотвращающая любое перемешивание до того, как их потоки достигнут очага. Именно в регенераторе, который использует тепло, которое в противном случае было бы потрачено впустую, мартеновский очаг демонстрирует свои лучшие характеристики. Его продукты различаются по составу, как и исходное сырье, будь то чугун определенного вида, конкретная руда или металлолом; и точно так же, как в бессемеровском процессе, такой вредный элемент, как фосфор, почти полностью удаляется добавлением подходящего ингредиента, такого как известь. По совершенству и однородности качества мартеновская сталь предпочтительнее стали бессемеровского конвертера, даже для железнодорожных рельсов, которые в течение многих лет изготавливались исключительно по бессемеровскому процессу.



Мартеновская печь.

Процесс сухой дробеструйной обработки по Гейли.

Благодаря мистеру Джеймсу Гейли из Питтсбурга процесс сухого дутья стал заметным усовершенствованием доменного производства, удешевляющим литье или передельный чугун и, следовательно, снижающим стоимость производных сталей. Давно известно, что

доменные печи потребляют больше топлива в теплую и влажную погоду, чем в холодную и сухую; исходя из этого общеизвестного факта, мистер Гейли начал осушать воздух, подаваемый в его печи, пропуская его через большие витки железных труб, по которым циркулировала замораживающая смесь, растопляя снег, образующийся при пропускании горячего рассола по трубам, по нескольку штук за раз. Высушенный таким образом воздух затем нагревался путем пропускания через печи горячего дутья в обычном режиме. Такая простая сушка дутья экономит около 19%. из топлива, и делает работу печи гораздо более регулярной, чем при использовании обычного воздуха. Это снижает температуру газов, выходящих из верхней части печи, и повышает процентное содержание в них углекислого газа, что свидетельствует о значительном повышении топливной экономичности. Атмосферная влага оказывает охлаждающее действие на нижнюю часть печи, как раз там, где требуется самая высокая температура для расплавления железа и шлака, удаления серы и раскисления кремнезема. Сравнительно небольшое повышение температуры за счет увеличения запаса эффективного тепла, который в лучшем случае невелик, приводит к поразительному эффекту экономии топлива в заявленной степени - 19%.[15]

[15] Генри Мэрион Хоу, “Железо, сталь и другие сплавы”. Второе издание. Кембридж, Массачусетс, Альберт Совер, 1906.

Сталь на заказ.

Что в первую очередь требуется от стали, так это прочность на растяжение, следующей по значимости является эластичность; в некоторых случаях твердость незаменима. Изменяя пропорции углерода, кремния и марганца, добавляемых в чугун, производитель стали производит сплав с желаемой прочностью, эластичностью или твердостью. Никель, как дополнительный ингредиент, в определенных пропорциях дает поразительный прирост. Сталь, содержащая пятнадцать процентов. никель показал предел прочности при растяжении 244 000 фунтов на квадратный дюйм, что в четыре раза больше, чем до добавления; предел упругости также был значительно увеличен. Твердость и прочностные характеристики, как правило, исключают пластичность, но никелевая сталь одновременно прочна, тверда и чрезвычайно пластична; отсюда ее использование для изготовления броневых листов, больших пушек и стволов стрелкового оружия. Ничто, кроме высокой цены на никель, не препятствует широкому применению этих сплавов, поскольку они означают более легкие и, следовательно, более экономичные машины и двигатели, чем машины из обычной стали. Многие турбины, приводимые в действие водой, паром или газом, лучше всего работают на скоростях, запрещенных для обычной стали, которая разлетелась бы на куски под действием центробежного усилия, однако эти скорости вполне осуществимы и безопасны при использовании никелевой стали. Этот сплав приближает день механических полетов, впервые обещая транспортировку по суше и морю с увеличенной мощностью двигателей при значительном уменьшении веса. В исключительных случаях, когда расходы могут быть понесены, мы можем ожидать, что вскоре никелевая сталь будет использоваться для изготовления более высоких башен, более длинных пролетов мостов, более тонких котлов, чем современные. Часть моста, пересекающего остров Блэквеллс в Нью-Йорке, построена из никелевой стали. Даже при затратах на их нынешнем уровне проектировщику машин стоит помнить, что трение уменьшается, когда массы становятся меньше, мощность за мощностью. Например, признано выгодным использовать никелевую сталь для изготовления цилиндров автомобилей большой мощности.

Во многих инструментах и приспособлениях два разных вида стали объединены с решающим преимуществом. Таким образом, режущая кромка холодного долота твердая и хрупкая, в то время как его хвостовик, гораздо менее твердый, прочен и способен

противостоять получаемым им ударам. Точно так же снаряд закаляется в своем острие и нигде больше. Лемехи для лемехов часто изготавливаются с очень твердой поверхностью, с относительно мягкой, но достаточно эластичной подложкой, которая не причиняет вреда при ударах по неровной земле и камням. Одним из недостатков использования стали является ее подверженность коррозии. Сплав на 30%. никель на 70%. оказалось, что сталь подвержена коррозии лишь в незначительной степени, что делает ее материалом, представляющим большую ценность для искусства.

Термическая обработка.

Хотя химический состав стали имеет первостепенное значение, качество стали в дальнейшем будет зависеть от ее термической обработки при производстве. Температура, до которой осуществляется нагрев, период, в течение которого она поддерживается, скорость, с которой происходит охлаждение, и условия охлаждения - все это по-своему влияет на свойства продукта. Главным образом в этой области производитель стали в широких пределах способен производить сплав, твердый или мягкий, хрупкий или пластичный, цепкий или слабый, по своему усмотрению. Хотя за последние несколько лет было многое изучено относительно правильной термической обработки стали, многое еще предстоит открыть.

Процитируем типичные примеры профессора Генри Мэриона Хоу из Колумбийского университета, Нью-Йорк: “В случае стали с содержанием менее 0,33 %. для углерода температура, при которой происходит медленное охлаждение, по-видимому, оказывает незначительное влияние на предел прочности при растяжении; но общепринято считать, что если эта температура приближается к точке плавления, то предел прочности при растяжении снижается. В случае с высокоуглеродистой сталью предел прочности при растяжении сначала увеличивается по мере повышения температуры, при которой происходит медленное охлаждение, до 800 ° или даже до 900 ° или 1000 ° C. Затем, после некоторого изменения, он очень резко падает в случае стали с содержанием 0,50%. углерода, когда эта температура приближается к 1400°.”[16]

[16] В его книге “Железо, сталь и другие сплавы”. Второе издание. Опубликовано Альбертом Совером, Кембридж, Массачусетс, 1906.

Отпуск и отжиг.

Для сверл, холодных долот, фрез и других инструментов необходимо использовать тщательно закаленную сталь, чтобы значительно снизить хрупкость при сохранении значительной твердости и режущей способности. Другие изменения свойств, столь же примечательные, происходят при воздействии на сталь большей температуры, чем та, которая использовалась для отпуска. Говорит профессор Робертс-Остин: “Берутся три полосы стали, идентичные по качеству. При сгибании одного из них оказывается, что он мягкий; если его нагреть до красноты и окунуть в холодную воду, он станет твердым и сломается при любой попытке согнуть его. Вторая полоса после нагрева и быстрого охлаждения, если ее снова нагреть примерно до температуры плавления свинца, сразу же легко согнется, но при снятии изгибающего усилия пружинит и возвращается к прямой линии. Третий кусочек можно размягчить, медленно остудив от ярко-красного жара, и он легко согнется и останется деформированным. Металл был необычайно изменен в своих свойствах сравнительно простой обработкой, и все эти изменения, следует помнить, были произведены в твердом металле, к которому ничего не добавлялось и из которого ничего не отнималось ”.

Сравнительная медленность охлаждения в масле и еще большая медленность охлаждения на воздухе делают эти процессы отпуска, безусловно, лучшими, поскольку молекулярная перестройка, из которой состоит отпуск, требует времени. Часто критическая температура, при которой происходит желаемая реорганизация, определяется тем, что металл теряет всякую способность реагировать на магнит: этот факт оказывает сталелитейщику желанную помощь; ему остается только отключить нагрев, как только его сталь перестает притягивать магнит, и погрузить сталь в воду, чтобы получить желаемую твердость.

Сложные явления термической обработки в производстве стали подробно описаны профессором Х. М. Хоу в его книге “Железо, сталь и другие сплавы”, второе издание, 1906г.

Сталь для железнодорожных рельсов.

В другой главе этой книги говорится о форме рельсов, к которой пришел мистер П. Х. Дадли в результате многолетних экспериментов. Таким образом, он описывает свойства, которыми должна обладать сталь благодаря надлежащему химическому составу и надлежащей термической обработке:—

“Пластичность, обеспечивающая способность противостоять ударам ведущих колес, так что сталь не может сломаться; стойкость к истиранию, чтобы она не изнашивалась; и высокий предел эластичности, чтобы она не нуждалась в постоянной фиксации и не изгибалась в виде серии волн между поддерживающими ее связями под воздействием огромного давления, которое оказывают на нее современные колеса. Наилучший состав - углерод от 0,55 до 0,60%, кремний от 0,10 до 0,15, марганец 1,20, сера менее 0,06, фосфор менее 0,06; от 50 000 до 60 000 гранул на квадратный дюйм. Большее или меньшее количество грануляций означает увеличение хрупкости стали”.[17]

[17] Генри Мэрион Хоу, “Железо, сталь и другие сплавы”. Второе издание. Опубликовано Альбертом Совером, Кембридж, Массачусетс, 1906. И записка от мистера П. Х. Дадли автору, 2 мая 1906г.

Инвар: Сталь, размеры которой остаются неизменными как при нагревании, так и при охлаждении.

В то время как высокая прочность стали делает ее выдающейся ценностью в искусстве, сталь огромных размеров, из которой изготавливаются современные крыши и мосты, имеет недостаток в том, что она сильно расширяется при нагревании и сжимается при охлаждении. Примечательным примером являются стальные рельсы на надземной железной дороге Нью-Йорка. Если этот недостаток, общий для всех металлов, удастся существенно уменьшить или устранить, то сталь выйдет на новое поле с золотыми урожаями. Здесь благодаря проницательности и мастерству месье Шарля Эдуарда Гийома из Международного бюро мер и весов в Париже цель была достигнута. Несколько лет назад он начал исследовать особые магнитные свойства никелевых сталей. Затем, изучая способность к расширению при нагревании, он обнаружил, что при увеличении содержания никеля до 36,2 %. сплав был почти безразличен к изменениям температуры, расширяясь лишь на одну миллионную долю при нагревании от нуля до 1 ° по Цельсию. Из-за этой нечувствительности, сплав по предложению профессора Тери назван *инвар*. При наблюдениях за инвар, которые продолжались в течение шести лет, было обнаружено удлинение одной части на 100 000; впоследствии его ежегодные изменения длины казались менее чем на одну миллионную. Это небольшое непостоянство может быть преодолено дальнейшими экспериментами; в то же время, хотя invar недоступен для стандартов длины

первого порядка, таких как стандарты Бюро стандартов в Вашингтоне, существует обширная и полезная область применения сплава. Он предлагается в качестве вторичных стандартов для периодического сравнения с первичными стандартами в Вашингтоне или других столицах мира.

Ведущим приложением будет геодезия. Французское управление уже с большим успехом использует провода из инвара, отказываясь от обременительного оборудования, которое раньше требовалось для компенсации колебаний температуры. С помощью инварной проволоки десять человек продвинулись вперед со скоростью пять километров в день; десять лет назад с помощью обычных стальных мер пятьдесят человек продвинулись на полкилометра, то есть лишь с одной пятидесятой эффективности.

При учете времени инвар, вероятно, будет столь же ценен, как и при геодезической съемке. В Бюро стандартов и Военно-морской обсерватории в Вашингтоне были приняты маятники инвара с обнадеживающими результатами. В обычных часах сплав вытеснит необходимые в настоящее время компенсирующие устройства из латуни и стали, которые расширяются при нагревании и сжимаются при холоде. Для хронометров высшего класса желательно, чтобы инвар был улучшен в отношении его стабильности, улучшение, которое представляется весьма вероятным.

Заслуживает отдельного слова еще одно открытие месье Гийома. Он нашел никелевую сталь, которая при нагревании обладает такой же растяжимостью, как стекло, так что она может вытеснять платиновую проволоку при подаче электрического тока в лампу накаливания, трубку Крукса или аналогичный осветительный прибор. Еще более необычной является другая его никелевая сталь, которая слегка дает усадку при нагревании, что дает надежду найти сплав, который не будет ни сжиматься, ни расширяться при повышении температуры. С таким веществом, обладающим надежной стабильностью, искусство получило бы бесценный рабочий материал для теодолитов, оправ для микроскопов и телескопов, а также фотоаппаратов для точного изображения.

марганцевая сталь.

Магнитные свойства стали, имеющие сегодня первостепенное значение, веками вызывали любопытство. Еще в 1774 году Ринман заметил, что сталь, легированная марганцем, немагнитна. Здесь был материал для часовых механизмов, который избавлял их от магнитных помех. В руках мистера Р. А. Хэдфилда из Hecla Works, Шеффилд, Англия, марганцевая сталь была произведена в замечательных вариантах. По мере увеличения доли марганца сплавы проявляют странные изменения в своих свойствах. Когда содержание марганца составляет четыре-шесть процентов, а углерода - менее половины процента, сплав становится достаточно хрупким, чтобы его можно было легко измельчить в порошок ручным молотком. При удвоении доли марганца сплав демонстрирует большую прочность, которая достигает своего максимума, когда содержание марганца составляет четырнадцать процентов. Ни один другой материал не сравнится с марганцевой сталью по стойкости к истиранию; она в четыре раза превосходит по износу обычную сталь, что значительно сокращает необходимость ремонта, замены или пауз в работе на время замены изношенных деталей. Он обеспечивает столь же хорошую службу, как штифты и втулки земснарядов ковшово-лестничного типа, поднимающих золотосодержащий гравий и пески. Он используется для центробежных насосов при дноуглублении песчаных гаваней, промывок или прудов, где песок, переносимый водой, разрушает обычные стальные поверхности. При дроблении руды

марганцевая сталь особенно эффективна; пара челюстей, изготовленных из нее, измельчила 21 000 тонн кремнистой руды и годилась еще на 4000-6000 тонн, в то время как лучшим охлажденным железным пластинам не удалось раздробить всего 4000 тонн.

Этот сплав настолько твердый, что его нельзя подвергнуть механической обработке или сверлению обычными средствами; его необходимо обрабатывать наждачными или карборундовыми кругами. Тем не менее, он настолько податлив, что его можно использовать для изготовления заклепок в холодном состоянии. Он настолько прочный, что его можно сгибать и скручивать по желанию без разрыва, так что из него получаются железнодорожные стрелки, лягушки и переезды большой прочности.

Быстрорежущие инструментальные стали.

До 1868 года стальные инструменты, используемые в токарных и сверлильных станках, строгальных станках и так далее, были ограничены умеренной скоростью, при которой они оставались достаточно холодными, чтобы сохранять свой характер. За пределами этой спокойной походки они становились бесполезными, распадались на части или таяли, словно воск. В 1868 году Роберт Форестер Мушет из компании Titanic Steel and Iron Company, Коулфорд, Англия, открыл сплав стали, вольфрама и марганца, который наносил грубые надрезы на глубину и с неизвестной ранее скоростью. Этот сплав, поскольку он закалялся просто на воздухе, был назван “закаляющимся на воздухе" или “самотвердеющим”. Тридцать лет спустя на Бетлехемском сталелитейном заводе в Пенсильвании инструмент из этой стали был нагрет до опасений, что это будет губительно высокая температура; эксперимент доказал, что инструментом можно пользоваться при такой температуре и, следовательно, со скоростью, никогда ранее не достигавшейся в мастерской. С того момента сотни исследователей начали комбинировать сталь с вольфрамом в различных процентных соотношениях, добавляя марганец, молибден, хром, кремний и ванадий. Из этих ингредиентов наиболее важными являются вольфрам и молибден. Особое внимание необходимо уделять отжигу сплава при обработке его в виде брусков.

Что касается выигрыша, получаемого при производстве быстрорежущих инструментальных сталей, позвольте мистеру Дж. М. Гледхиллу засвидетельствовать на основании опыта завода сэра У. Г. Армстронга, Уитворта и компании в Манчестере:-

Раньше, когда поковки сначала изготавливались, а затем подвергались механической обработке из обычной самозатвердевающей стали, обычным делом было изготовление восьми болтов за десять часов из брусков размером восемнадцать с половиной на шесть и пять восьмых дюйма. Благодаря использованию новой стали сорок одинаковых болтов из сортового проката теперь изготавливаются за одно и то же время, что еще больше сокращает затраты на первичную грубую ковку болта для придания ему формы. Скорость составляет 160 футов в минуту, глубина пропила три четверти дюйма, подача $\frac{1}{32}$ дюйма, вес, снимаемый с каждого болта, составляет шестьдесят два фунта, или 2480 фунтов в день, при этом инструмент шлифуется только один раз за это время. Это довольно типичный случай. Столь же поразительно поведение этой стали в спиральных сверлах, которые заменяют процесс штамповки, проходя через стопки тонких стальных пластин так же быстро и экономично, как перфоратор, и при этом избегая риска возникновения травм, сопровождающих действие перфоратора ”.

В связи с ускорением темпов производства этих сталей проектировщику приходится переделывать станки таким образом, чтобы они могли выдерживать новые давления и скорости. Г-н Гледхилл упоминает токарный станок, переделанный таким образом: он

развивает шестьдесят пять лошадиных сил по сравнению с двенадцатью ранее, а ширина ленты утроена и составляет двенадцать дюймов. Г-н Оберлин Смит ожидает, что быстрорежущая сталь окажет иное влияние на конструкцию станка, чем придание ему новой прочности: он ожидает, что соперничество между вращающимися и возвратно-поступательными инструментами станет острее, чем когда-либо. По его мнению, фрезерный инструмент, скорость вращения которого может быть неограниченной, будет все больше и больше давить на строгальный станок, поскольку строгальный станок ограничен его перемещением взад-вперед.

Когда работа с чугуном должна вестись с максимальной скоростью, струя воздуха, подаваемая на стружку с силой, достаточной для ее удаления по мере образования, позволяет увеличить скорость и в то же время продлить срок службы фрезы.[18]

[18] Предыдущие страницы, посвященные стали, были переработаны профессором Брэдли Стаутоном из Горной школы Колумбийского университета, Нью-Йорк. В конце этой главы он приводит краткий список книг для читателя, который, возможно, пожелает ознакомиться с литературой о чугуне и стали.

Сплавы для электромагнитов.

В электротехническом искусстве сплав, используемый для изготовления электромагнитов, должен быть полностью и легко проницаемым для магнетизма, в противном случае динамо-машины и двигатели будут тратить энергию впустую, поскольку их магнетизм постоянно набирается, теряется или обращается вспять. И снова экспериментатором является мистер Роберт А. Хэдфилд из Шеффилда, который производит превосходный сплав, соединяя железо с 2,75%. кремний - 0,08%. марганец - 0,03%. содержание серы - 0,03%. фосфор. Этот сплав улучшают путем нагрева до температуры от 900 ° до 1100 ° C с последующим быстрым охлаждением; затем повторно нагревают до температуры от 700 ° до 800 ° C и охлаждают очень медленно.

Железо в значительной степени используется в качестве электрического проводника, поэтому хорошо знать, как обычные примеси влияют на его проводимость. В экспериментах с шестьюдесятью восемью образцами профессор У. Ф. Барретт легировал железо отдельно углеродом, алюминием, кремнием, хромом, марганцем, никелем, кобальтом и вольфрамом. В каждом случае наблюдалась потеря электропроводности, и обычно в степени, пропорциональной атомному весу добавляемого ингредиента. Эффект одного элемента от другого часто сильно различался. Например, вольфрам в виде примесей, каждая из которых составляет один процент, увеличивает сопротивление проводника на два процента, в то время как алюминий наносит в семь раз больший вред.

Магнитные сплавы из немагнитных компонентов.

Мы так долго привыкли думать, что во всем магнитном должно быть железо, что с удивлением слышим, что металлы, каждый из которых невосприимчив к магнетизму, будучи соединенными, сильно проявляют это свойство. Таково открытие г-на о. Хойслера, из Дилленбурга, недалеко от Висбадена. Однажды он заметил, что сплав марганца, олова и меди прилипает к инструменту, который он случайно намагничивал. В ходе экспериментов мистер Хойслер обнаружил, что углерод, кремний и фосфор не обладают магнетизмом, в то время как мышьяк, сурьма и висмут обладают им, поскольку все три металла диамагнитны, то есть располагаются под прямым углом к обычному стальному магниту, над которым они свободно подвешены. Сплав с замечательной магнитной прочностью состоял из меди на 61,5%, марганца на 23,5% и алюминия на 15%. Этот сплав хрупкий, и значительные перепады

температуры незначительно влияют на его магнетизм. При добавлении небольшого количества свинца магнетизм исчезает при температуре от 60 ° до 70 ° C. Следовательно, этот сплав становится магнитным, когда его помещают в холодную воду; при нагревании воды магнетизм исчезает до того, как вода закипит, и появляется снова, когда вода остывает. Главный интерес этих открытий заключается в том, что новые сплавы преодолевают разрыв между магнитными и диамагнитными телами, то есть они присоединяются к группе железа, никеля и кобальта, которые располагаются вдоль линии магнитного поля, с диамагнитными элементами, висмутом, сурьмой, цинком, оловом, свинцом, серебром и мышьяком, которые располагаются под прямым углом к линиям магнитного поля. Мы привыкли предполагать, что магнетизм - это свойство, которым обладают лишь несколько элементов; эти сплавы показывают нам, что магнетизм может возникать в результате группировки атомов, ни один из которых сам по себе не обладает каким-либо магнетизмом. Действительно, возможно, удастся изготовить сплав, более магнитный, чем железо, и снабдить электрика электромагнитами новой мощности.

Антифрикционные сплавы.

Мы кратко рассмотрели недавний прогресс в области легирования, поскольку оно позволило получить стали с новой прочностью, эластичностью или твердостью; с новой способностью противостоять истиранию или высоким температурам, с новой способностью к магнетизму, с новым безразличием к изменениям температуры, влияющим на размеры. В последние годы легирование принесло промышленности другие дары, из которых можно привести один пример среди многих не менее важных. Трение облагает механиков и инженеров таким тяжелым налогом, что они быстро хватаются за любой материал для подшипников, который снижает трение. В результате обширных экспериментов доктор К. Б. Дадли рекомендует сплав олова, меди и небольшого количества фосфора с содержанием от десяти до пятнадцати процентов. свинца. Он обнаружил, что потери металла при износе в однородных условиях уменьшаются по мере увеличения содержания свинца и уменьшения содержания олова.

Влияние мельчайших примесей.

Мы видели, как заметно влияют на свойства железа незначительные добавки углерода, которые, как можно предположить, вступают в химическое соединение с металлом. На свойства других металлов могут влиять ничтожные количества добавляемых элементов, хотя и в таких малых количествах, что исключается возможность образования ими обычных химических соединений. Однако из этого ни в коем случае не следует, что атом добавленного элемента не оказывает прямого влияния. В лаборатории профессора Робертс-Остин в Лондоне два ковша были наполнены исключительно чистым висмутом; в один ковш был помещен крошечный фрагмент теллура. Ковши разливались каждый в отдельную форму, и когда металл остывал, его разбивали молотком. Висмут, к которому был добавлен теллур, стал мельчайшим кристаллом; в то время как тот, который оставался чистым, кристаллизовался в широких зеркальных плоскостях. Один отражал свет как зеркало; другой, содержащий теллур, рассеивал получаемый им свет. Без каких-либо указаний, кроме простого осмотра, можно было бы сказать, что эти два вещества были разными элементами, и все же единственное различие заключалось в том, что одно содержало $1/2000$ часть теллура, а другое вообще не содержало теллура.

Подводная телеграфия представляет нам поразительный случай: если бы ее медная проволока содержала хотя бы одну тысячную долю висмута, проводимость линии была бы настолько снижена, что стала бы коммерчески бесполезной: столь же вредны смеси сурьмы.

При чеканке монет добавление к золоту одной пятисотой весовой части висмута приводит к получению сплава, который крошится под фильерой и отказывается делать оттиск. При изготовлении таких штампов необходимо использовать сталь, содержащую от 0,8 до 1%. углерода и не содержащую марганца. Профессор Робертс-Остин говорит, что обычно его закаляют в воде до соломенного цвета, и действительно хорошая матрица отчеканит 40 000 монет без трещин или деформаций, но если сталь содержит 0,1%. слишком много углерода, он не смог бы отчеканить 100 монет без трещин, а если бы в нем содержалось 0,2%. слишком мало углерода, он, вероятно, был бы безнадежно деформирован, а его гравированная поверхность разрушилась бы при попытке отчеканить одну монету. Как в чеканке монет, так и в паровом машиностроении. Небольшое количество мышьяка, добавленного к меди, улучшает ее качество в топках локомотивов. Старые котлы, изготовленные из меди, слегка смешанной с серой, служили дольше, чем современные котлы, изготовленные из меди, не содержащей серы. Сурьма ведет себя подобно мышьяку и в должной пропорции усиливает медь; висмут, напротив, ослабляет медь, и даже незначительный след оказывает заметное воздействие. Никель становится ковким при добавлении очень малых количеств фосфора, магния или цинка.

КНИГИ ПО ЧУГУНУ И СТАЛИ

Выбрано и прокомментировано профессором Брэдли Стаутоном, Горный факультет Колумбийского университета, Нью-Йорк. (Окончил Йельский университет в 1893 году, получив степень доктора философии. В 1896 году ассистент по горному делу и металлургии в Массачусетском технологическом институте в Бостоне, где в 1898-99 годах получил степень бакалавра, металлург South Works. Illinois Steel Co., Южный Чикаго. В 1900 году управляющий сталелитейным заводом Briggs-Seabury Gun and Ammunition Co., Дерби, Коннектикут. Управляющий Бессемеровским заводом Benjamin Atha & Co., Ньюарк, Нью-Джерси, в 1901 году. Преподаватель металлургии Колумбийского университета, 1902-03. В следующем году стал адъюнкт-профессором металлургии Колумбийского университета и в качестве металлурга-консультанта поступил в фирму Howe & Stoughton, Нью-Йорк.)

Бейл, Джордж Р. Современная практика литейного производства. Часть I, 1902. Часть II, 1906. Лондон, Technical Publishing Co. по 3*с*. 6*д*. каждый.

Замечательная работа, единственная, охватывающая всю область. Автор досконально понимает свой предмет и пишет максимально доходчиво. Принципы, лежащие в основе каждой детали практики, четко объяснены.

Часть I посвящена литейному оборудованию, используемым материалам, печам и процессам, описывает воздуходувки, ковши, краны, тали, вагранки, воздушные печи, сушильные камеры, сухой и сырой песок, производство охлажденных отливок и отливок из ковкого чугуна.

Часть II посвящена машинному формованию, физическим свойствам, эффектам, производимым различными ингредиентами, принципам смешивания чугунов, очистке отливок. Затраты рассматриваются в заключении.

Белл, сэр Исаак Лоутиан. Принципы производства чугуна и стали. Лондон, George Routledge & Sons, 1884. 722 стр. 21*с*.

Классика. Как и “Химические явления выплавки железа” того же автора, ныне вышедшая из печати и редкая, она никогда не будет заменена новой книгой в библиотеке металлурга, хотя

и несколько устаревшей. Рассматриваются как никогда важные принципы, в то время как наши знания о них постоянно расширяются. Начинается с краткой истории, затем переходит к непосредственным процессам производства чугуна и стали. Затем следуют разделы, посвященные фундаментальным принципам работы доменной печи и изучению процесса рафинирования чугуна, или, другими словами, принципам превращения чугуна в кованое железо и сталь. Что касается недавней металлургической практики, то следует предпочесть какую-нибудь более позднюю книгу.

Кэмпбелл, Гарри Хузе. Производство и свойства чугуна и стали. 2-е издание. Нью-Йорк, Журнал инженерного дела и горного дела, 1903. 839 стр. $ 5,00.

Мистер Кэмпбелл - осторожный и глубокий мыслитель. Он хорошо известен как успешный менеджер крупного и значимого сталелитейного завода. Опираясь на обширные знания, накопленные в ходе длительного опыта и учебы, он дает в этой книге много ценной информации. Подробные сведения о различных печах и их работе часто отсутствуют, но в качестве сравнительного исследования ведущих методов производства стали и соответствующих коммерческих условий эта работа не имеет себе равных.

Харфорд, Ф. У. Металлургия стали. С разделом о механической обработке стали, автор Ф. У. Холл. Исправленное издание. Лондон, Чарльз Гриффин и компания, 1905. 792 стр. 25*с*.

Этот исчерпывающий трактат является лучшим в своем роде. Изобилует ценной информацией о печах и их работе, о влиянии различных примесей на сталь. О механической обработке стали - это единственный полный трактат. Однако эта работа посвящена в основном английской практике, в то время как американская практика более обширна и прогрессивна.

Хоу, Генри М. Железо, сталь и другие сплавы. 2-е издание, слегка переработанное. Бостон, А. Совер, 1906. 18+495 стр. $5,00.

Лучшая и наиболее полная работа по современной теории строения стали, написанная высшим из ныне живущих авторитетов. Может быть легко понята любым человеком, имеющим небольшие познания в химии. В дополнение к изучению железа и стали как металлов включены краткие, но удовлетворительные главы по производству.

Хоу, Генри М. Металлургия стали. Том I. 4-е издание. Нью-Йорк, Журнал инженерного дела и горного дела, 1890. 385 стр. $ 10.00.

По-прежнему признается во всем мире как общепринятый авторитет; каждая книга, написанная на эту тему с 1890 года, опирается на эту работу как на источник наивысшего упоминания. Посвящен в основном воздействию различных примесей и обработке на сталь. Тигельный и бессемеровский процессы описаны довольно подробно. Работа не для широкого круга читателей.

Меллор, Дж. У. Кристаллизация железа и стали: введение в изучение металлографии. Лондон и Нью-Йорк, Longmans, Green & Co., 1905. 154 стр. 5*с*. $1.60.

Перепечатанные лекции, в которых дается превосходный популярный отчет о строении и природе чугуна и стали. Включает правильные и неправильные методы отжига, закалки и отпуска стали и их микроскопическое исследование. Информация представлена в кратком и привлекательном стиле. Любой читатель научного направления найдет в этой книге пользу.

Секстон, А. Гумбольдт. Очерк металлургии железа и стали. Манчестер, Scientific Publishing Co., 1902. 16*c*.

Лучший, потому что самый свежий из хороших начальных учебников по железу и стали. Он отстал от времени в том, что касается американской практики, но содержит много важной информации, изложенной четко. Охватывает железные руды, их физику и химию, конструкцию и эксплуатацию доменной печи, литейное производство, формовку, ковку, бессемеровские, мартеновские и тигельные процессы, специальные стали, испытания стали и защиту от коррозии. Его набросок структуры и термической обработки чугуна и стали очень неполон.

Суонк, Джеймс М. Краткая история производства железа во все века, особенно в Соединенных Штатах с 1585 по 1885 год. 2-е издание. Филадельфия, Американская ассоциация черной металлургии, 1894. 428 стр. $ 5,00.

Лучший исторический отчет о производстве чугуна и стали, написанный в интересной манере. Настолько тщательно систематизирован, что историю любой отрасли предмета можно изучать независимо.

Суонк, Джеймс М. Справочник металлургических заводов Соединенных Штатов и Канады. Включает полное описание доменных печей, прокатных станов, сталелитейных заводов, заводов по производству жести и листового проката, кузниц и цветоводческих цехов в Соединенных Штатах; также классифицированные списки заводов по производству катанки, конструкционных заводов, листового проката и заготовок, Бессемеровских сталелитейных заводов, мартеновских сталелитейных заводов и тигельных сталелитейных заводов. 16-е издание. Филадельфия, Американская ассоциация черной металлургии, 1904. $ 10.00.

Дополнение к этому справочнику содержит классифицированный список ведущих потребителей чугуна и стали в Соединенных Штатах, скорректированный по состоянию на январь 1903 г. 196 стр. $ 5,00.

Издательство Penton Publishing Co., Кливленд, Огайо, публикует список чугунолитейных заводов в Соединенных Штатах и Канаде с упоминанием заводов, не перечисленных мистером Суонком, 1906. $ 10.00.

Тернер, Томас. Металлургия чугуна и стали. Под редакцией профессора У. К. Робертса-Остина. Том. I, Металлургия железа. Лондон, Чарльз Гриффин и компания, 1895. 367 с. 16*c*.

Если и следует выбрать какую-то одну книгу, то это лучшая по рудам, строительству и работе доменных печей, свойствам чугуна, производству и свойствам кованого железа. В нем также есть ценные главы о литейном производстве, истории чугуна, топливе для доменных печей, ковке и прокатке, а также коррозии чугуна и стали.

Вудворт, Джозеф В. Закалка, отпуск, отжиг и ковка стали: трактат о практической обработке высокосортной и низкосортной стали. Нью-Йорк, Norman W. Henley & Co., 1903. 288 стр. $ 2.50.

Рассматриваются вопросы выбора и идентификации стали, наиболее современные и одобренные процессы нагрева, закалки, отпуска, отжига и ковки, использование газодувных кузниц, нагревательных машин и печей, отжиг и производство ковкого чугуна, обработка и использование самотвердеющей стали, с особым упором на процессы упрочнения, закалку

и отпуск фрез и пресс-инструментов, использование машинной стали для режущих инструментов, ковку и сварку поковок из высококачественной стали в Америке, ковку полых валов, ковку каплями и процессы шлифования инструментов и деталей машин.

Почти невозможно сказать, какая книга по практике, описанной в этой книге, является лучшей. Он был выбран потому, что содержит много ценной информации, которая обладает редким свойством не только быть полезной в магазине, но и сопровождаться соответствующими причинами. Богато иллюстрирован. Множество полезных таблиц. Для того, кто ищет общих знаний, это будет полезно. Для ищущего, желающего получить специальные данные, одной книги будет недостаточно.

Журнал Института черной металлургии. Под редакцией Беннетта Х. Брафа. Лондон. Издается Институтом. Раз в полгода. Каждый номер по 16 шиллингов; отправлено по почте компанией Lemcke & Buechner, 11 E. 17th St., Нью-Йорк. $4.50.

Содержит множество важных статей и рефераты значительной части современной литературы по черной металлургии. Таким образом, почти каждый металлург, начинающий изучение нового предмета, пользуется этим журналом; он считает его справочником по новейшей информации, которая еще не нашла своего отражения в справочниках и учебниках.

Revue de Metallurgie. Под редакцией Анри Ле Шателье. Париж. Ежемесячно. В год, 40 франков; отправлено по почте компанией Lemcke & Buechner, 11 E. 17th St., Нью-Йорк. 10.00 долларов США.

Наиболее ценная новейшая литература по составу железа, стали и их сплавов. Содержит библиографии работ по этим темам.

ГЛАВА XIV
СВОЙСТВА—*Продолжение*

Стекло нового и наиболее полезного качества . . . Металлы пластичны под давлением . . . Непроводники тепла . . . Норвежская кухонная шкатулка . . . Печь Аладдина . . . Материя, кажется, помнит . . . Слабые влияния со временем становятся сильными.

Джена Гласс.

Как и в случае с алюминиевыми бронзами и никелевыми сталями, сплавы высочайшей ценности были получены путем введения новых ингредиентов, часто в незначительном количестве, или путем незначительного изменения пропорций, в которых смешивались давно знакомые ингредиенты. Аналогичный выигрыш последовал при новом изменении состава стекла. На протяжении веков единственными материалами, добавляемыми в песок для его плавки, были кремниевая кислота, поташ, сода, оксид свинца и известь. По мере того, как оптические исследования становились все более требовательными, возник вопрос, дадут ли нам новые ингредиенты линзы лучшего качества? Прежде всего возник спрос на очки, которые в сочетании с линзами давали бы изображения в телескоп и микроскоп без цвета. В простой линзе, такой как обычное стекло для чтения, мы можем легко наблюдать за воспроизведением цвета обычным лучом света. Лучи разных цветов, из которых состоит белый свет, преломляются в разной степени, так что, в то время как фиолетовые лучи

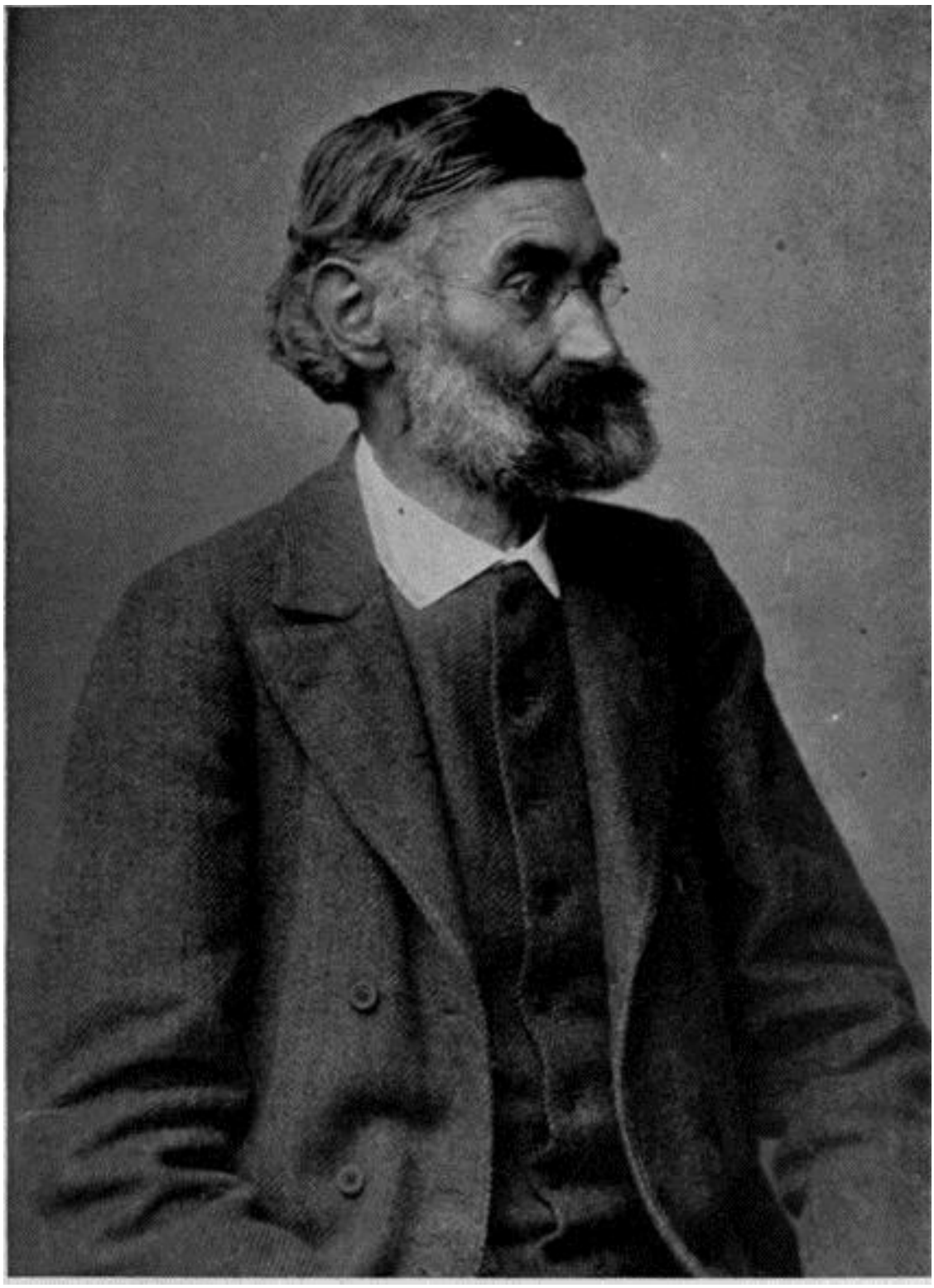
фокусируются вблизи линзы, красные лучи фокусируются дальше; следовательно, изображения вместо того, чтобы быть четко очерченными, окружены тусклыми цветными кольцами. В телескопе или микроскопе простая линза не имела бы никакой ценности из-за нечеткости изображения. Чтобы исправить эту дисперсию цвета, вторая линза противоположного действия помещается позади первой, то есть к линзе из кремневого стекла добавляется линза из корончатого стекла. (См. вырезку, стр. 255.) Это средство не совсем идеально по той причине, что распределение спектра от фиолетового до красного варьируется в зависимости от типа стекла, и таким образом, что из-за несоответствия цвета цвету в составной линзе различимы пестрые полосы света, хотя и слабые, к большому неудовольствию микроскописта, астронома и фотографа.

С целью производства очков, объединенные в составные линзы, которые не должны были бы иметь цвета, преподобный Вернон Харкорт, английский священник, в 1834 году начал эксперименты, которые он продолжал в течение двадцати пяти лет. Используя бор и титан в дополнение к обычным компонентам стекла, он производил линзы, менее проблемные по цвету, чем любые ранее изготовленные. За его трудами, лишь частично успешными, в 1881 году последовали труды профессора Эрнста Аббе и доктора Отто Шотта в Йене. Благодаря ресурсам, предоставленным правительством Пруссии, эти исследователи смогли сделать для науки и искусства производства стекла больше, чем все рабочие, стоявшие между ними и первыми плавильщиками песка и соды. Они чрезвычайно разнообразили используемые ингредиенты, тщательно отслеживая поведение каждого нового стекла, сколько света оно поглощает, как оно ведет себя во влажном воздухе, какой прочностью обладает, как оно сохраняет свои первоначальные качества в течение месяцев хранения и, в частности, насколько разнообразно окрашенные лучи распределяются по всей области его рассеивания. Как и при смешивании новых сплавов, было обнаружено, что многие из этих новых комбинаций оказались бесполезными. Из множества произведенных новых стекол некоторые были чрезвычайно хрупкими, другие легко тускнели на воздухе или были настолько мягкими, что отказывались принимать форму призм или шлифоваться как линзы. Поэтому был принят более систематический план экспериментов: для производства новых стекол постепенно вводились отдельно в различных количествах, тщательно отмеренных, бор, фосфор, литий, магний, цинк, кадмий, барий, стронций, алюминий, бериллий, железо, марганец, церий, дидимий, эрбий, серебро, ртуть, таллий, висмут, сурьма, мышьяк, молибден, ниобий, вольфрам, олово, титан, фтор, уран. Ранним и кардинальным открытием было то, что соотношение между преломлением и дисперсией можно изменять практически по желанию. Например, бор удлиняет красный конец спектра относительно синего; в то время как фтор, калий и натрий оказывают противоположный эффект. Когда распределение разнообразных оттенков спектра было таким образом взято под контроль, были созданы очки, которые, будучи объединены в составные линзы, были почти полностью бесцветными, передавая изображения с новой четкостью. Более того: в ходе своих непрерывных экспериментов профессор Аббе и доктор Шотт наткнулись на стекло, настолько слабо поглощающее свет, что комбинации большой толщины перехватывали лишь малую часть луча; они действительно были почти идеально прозрачными. Это достижение имеет большое значение для фотографа, чья плоская комбинация из шести объективов может иметь толщину четыре дюйма. Исследователи из Йены пытаются усовершенствовать еще один подарок для фотоаппарата: они стремятся производить очки, передающие только один цвет, для использования в цветной фотографии.

Недавно для микроскопии были применены линзы, которые полностью пропускают ультрафиолетовые лучи, чтобы фотографировать дифракционные диски объектов, таких как частицы золота в коллоидных растворах, которые в противном случае невидимы, поскольку

разрешающая способность самого мощного микроскопа ниже. Подсчитано, что с помощью этого нового устройства можно косвенно увидеть объект, длина которого не превышает $1/250\,000\,000$ миллиметров.

Одно древнее искусство - отжиг стекла - профессор Аббе и доктор Шотт значительно усовершенствовали, устранив из своих изделий напряжения, искажающие изображение. С помощью автоматического терморегулятора температуру партии стекла можно было поддерживать стабильно в течение любого желаемого периода в любой точке между 350 ° и 477 ° C; или позволять равномерно падать с любой предписанной скоростью. Стекло обычно помещалось в очень толстый цилиндрический медный сосуд, на котором играло большое газовое пламя. Самая высокая температура, необходимая для снятия напряжения, то есть для начала размягчения, составляла 465 ° C. Самая низкая температура, необходимая для обеспечения полного затвердевания, составляла около 370 ° C. Таким образом, все температуры затвердевания лежат в диапазоне от 370 ° до 465 °. Это падение на 95 ° растянулось на четыре недели, а не на несколько дней, как раньше, в результате чего стресс был полностью устранен.



Photograph by Bräunlich & Tesch.

ПОКОЙНЫЙ ПРОФЕССОР ЭРНЕСТ АББЕ Из ЙЕНЫ.

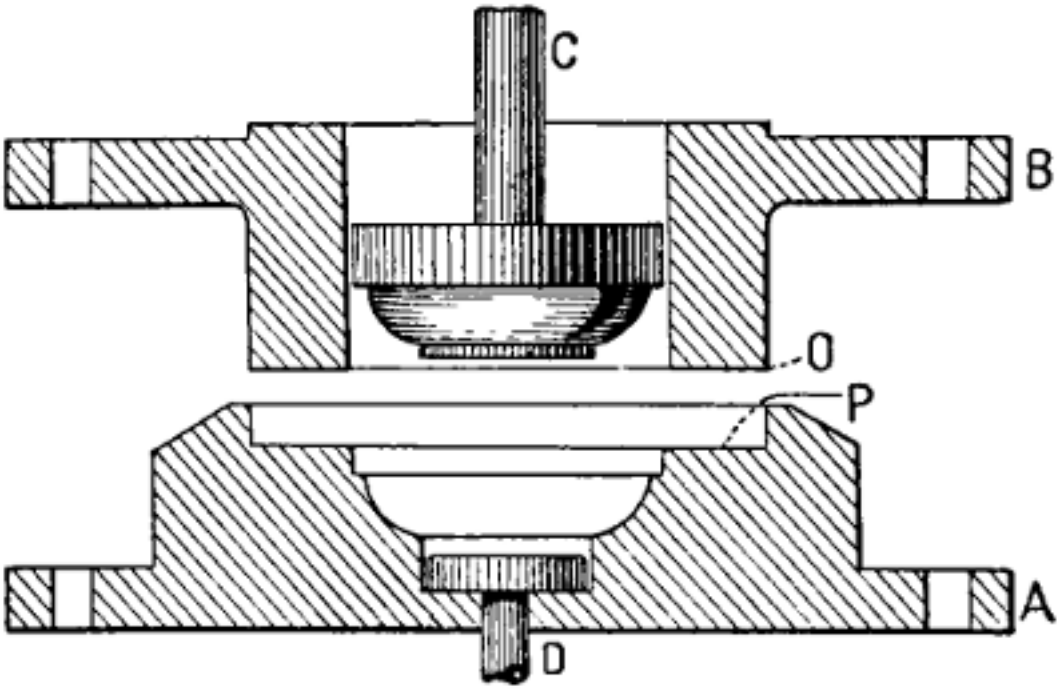
Практический пример преимуществ, получаемых от свойств Jena glass, демонстрирует его использование для измерения тепла. Термометр из обычного стекла, когда он впервые изготовлен, может показывать правду, а через месяц или два может настолько отличаться от истины, что придет в негодность. Причина в том, что размеры стекла медленно меняются день ото дня, как и размеры многих сплавов, в меньшей степени. Одной из целей йенской лаборатории было изготовить стекло, размеры которого оставались бы постоянными при

воздействии различных температур, чтобы при изготовлении термометров оно вызывало полное доверие. Здесь также был достигнут успех, так что термометры из йенского стекла признаны надежными, чего нельзя сказать о приборах из обычного стекла. Этот продукт предназначен для астрономических линз, которые в противном случае могут серьезно изменить форму при последовательном воздействии тепла и холода.

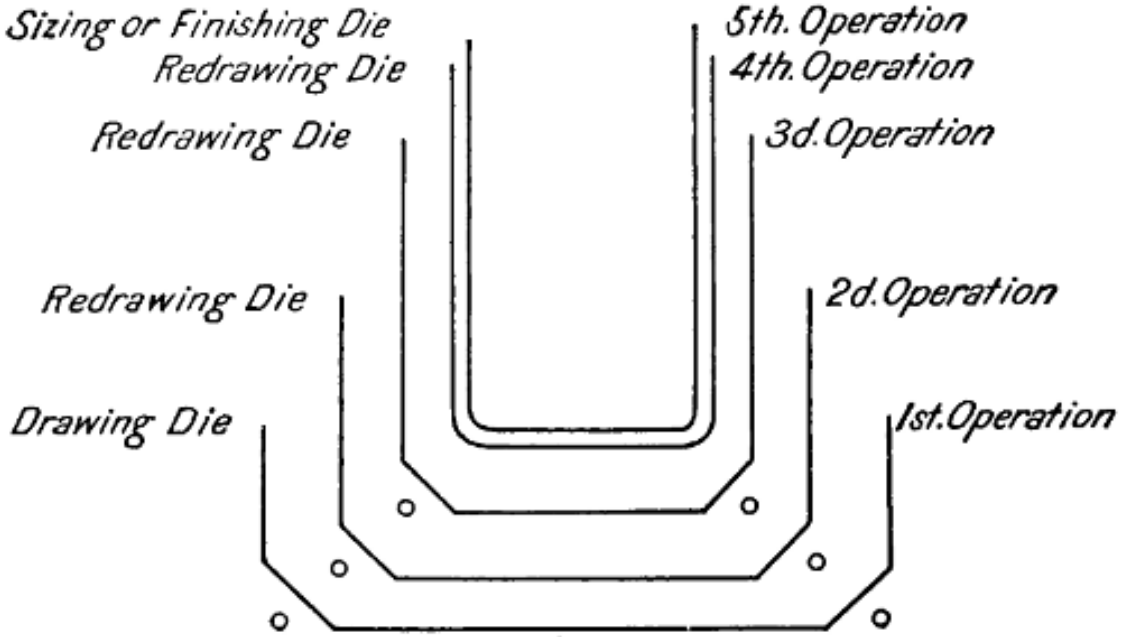
Необходимо было стойко переносить нагрев не только в умеренных вариациях, но и в экстремальных. С незапамятных времен внезапное воздействие тепла на стекло раскалывало его на куски. Может ли искусство отвергнуть этот древний недостаток? Сегодня мензурку из Йены можно наполнить льдом и безопасно поставить на газовое пламя. Во множестве разновидностей это стекло обеспечивает химика чистыми, прозрачными и не тускнеющими сосудами для выполнения деликатных лабораторных задач, отличающимися исключительным безразличием к жаре и холоду. Еще раз. Особые сорта этого стекла, используемые в химической промышленности, подвергаются воздействию холодных или горячих агрессивных жидкостей лишь в одну двенадцатую-в одну четвертую раза сильнее, чем хорошее богемское стекло, следующий по качеству материал.

Компания Jena glass оказывает услуги не только по обогреву, но и по освещению. Обычное стекло, используемое для трубок ртутной лампы Хьюитта, поглощает значительную часть ультрафиолетовых лучей, от которых в основном зависит фотография. Из йенского стекла, свободного от этого дефекта, изготавливают ультрафиолетовые лампы, которые имеют большое значение при фотосъемке, копировании фотографий и фотогравюре. Эти лампы также используются для определения сравнительной стабильности чернил и искусственных красителей; их действие настолько интенсивно, что для проведения испытаний достаточно короткого периода времени. Ультрафиолетовые лучи сильно раздражают глаза и кожу; они могут оказаться полезными при лечении кожных заболеваний. Кроме того, они быстро уничтожают микробы. Во всех этих действиях мы видим радий.

Таким образом, благодаря смелому отходу от традиционных методов изготовления стекла, глаз получает помощь от линз, более мощных и приближенных к истине, чем когда-либо прежде, которые охватывали небесный свод или вглядывались в структуру мельчайшей жизни. Тем временем измерительные приборы приобретают новую точность и сохраняют ее до тех пор, пока они служат. Все это при том, что материал, бесценный своей прозрачностью, избавлен от хрупкости и коррозии и ему придана прочность, практически металлическая; в то же время он пропускает свет без какого-либо обычного уменьшения его мощности.



Матрица для формования Блисс. A, опорная плита. B, держатель заготовки. C, вытяжной пуансон. D, выталкивающая пластина. O, P, кольцевые поверхности давления.



Восхитительный процесс изготовления скорлупы.

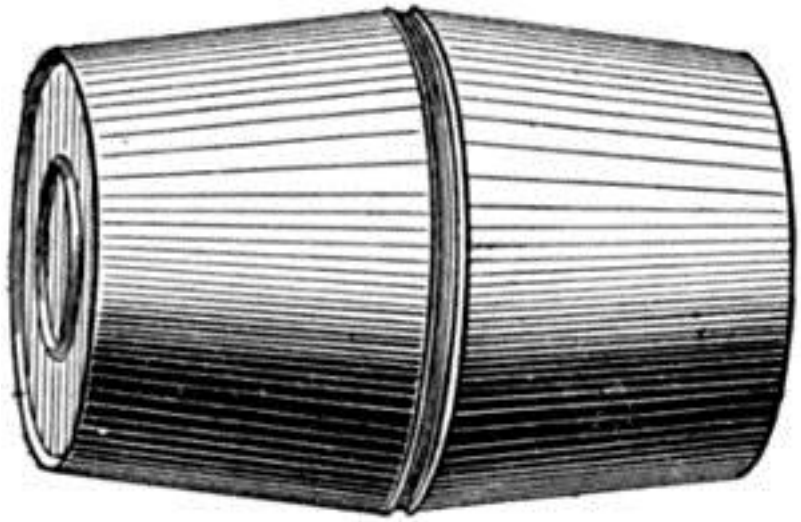
Силовые прессы в металлообработке.

От стекла давайте теперь перейдем к металлам. Именно их прочность в основном придает им ценность; эта прочность обычно сопровождается твердостью, которая заставляет нас рассматривать никель, например, как вещество совершенно неподатливое. Но монеты в наших карманах доказывают, что под давлением чеканного оборудования они податливы, как воск. В формах и штампах, каждая из которых является копией другой, латунные, бронзовые, железные, стальные и жестяные пластины принимают желаемые формы так же легко, как при наклеивании. Какими бы твердыми ни казались эти металлы, при сильном напряжении они приобретают полужидкое состояние. У нас уже давно есть штампованная

кухонная посуда, формы для выпечки и тому подобное; принцип их изготовления в последние годы был распространен на более важную посуду. Силовые прессы Bliss сегодня выпускают сотни изделий, которые до недавнего времени либо медленно штамповались, либо отливались в форму, собирались припоем, либо фасовались зуборезом или фрезерным станком. Эти прессы снабжают военно-морской флот США остроконечными снарядами, некоторые из которых настолько велики, что для их производства требуется давление в миллион фунтов; из них изготавливают прочные бесшовные бутылки, цилиндрические резервуары для сжатого воздуха и других газов, а также кремоотделители, способные выдерживать тенденцию к разрыву при чрезвычайно быстром вращении.

Мандолина, отлитая из алюминия.

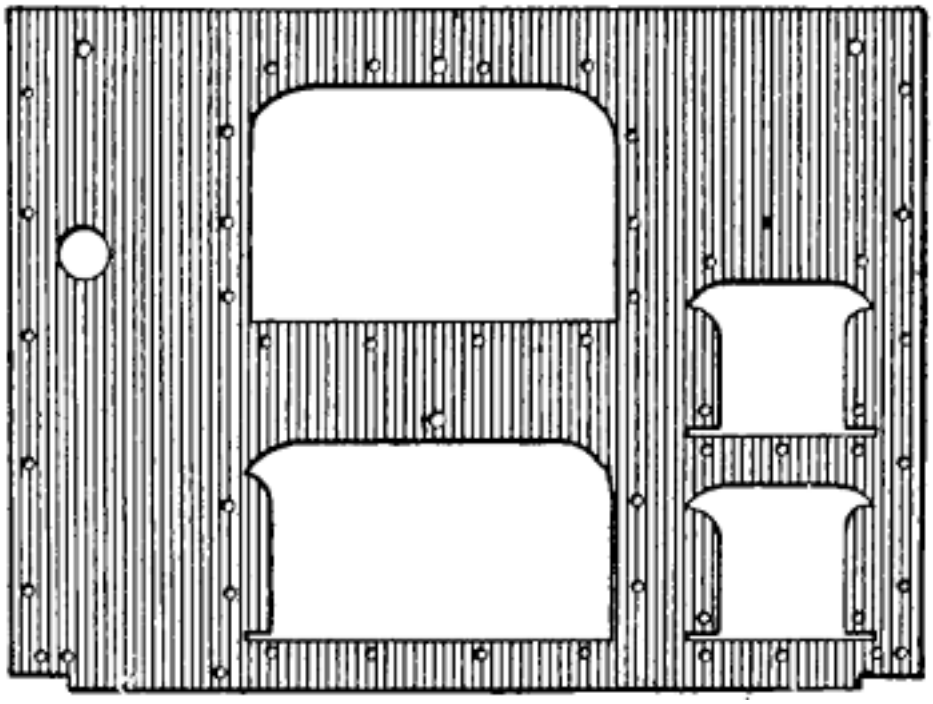
Прессованный бесшовный кувшин.



Бочонок из прессованной стали.

Менее мощные прессы производят множество деталей для швейных машин, пишущих машинок, кассовых аппаратов, велосипедов и так далее; или при ударе выбивают гонг из бронзового диска. Прессы другого типа штампуют банки в большом разнообразии и даже оправу для мандолины со всеми ее неправильными изгибами. Ванны быстро прессуются из листов металла; пара таких ванн, плотно соединенных по краям двойным швом, образуют бочку, непроницаемую для масла или другой жидкости, и, следовательно, предпочтительнее деревянной бочки. Пресс, приводимый в действие двойным кривошипом, может быть приспособлен для замены ковки молотков, топоров и мотыг. Другой пресс с выдувом вырезает переднюю часть для стального ассортимента. Еще один пресс вторгается в литейный цех, производя превосходные зубчатые колеса для тележек, которые не ослабевают при вырезании из отливки поперек волокон металла. Иногда для изготовления изделия требуется ряд операций, как в случае с крышкой чайника с ручкой. На фабрике Lalance & Grosjean в Вудхейвене, Нью-Йорк, пресс Bliss изготавливает такие обложки за один непрерывный цикл. Другой пресс обрабатывает мягкие сплавы, так что диск диаметром в один дюйм при ударе поршнем приобретает форму тюбика, подходящего для хранения краски или масла.

Как на крупных производствах, так и на небольших гидравлические кузницы произвели тихую революцию. Если бы стальной грузовой вагон изготавливался с помощью строгальных, токарных, долбежных и подобных станков, он был бы намного тяжелее и дороже, чем то, что получается сегодня из искусно изготовленных штампов под сильным давлением. Его балки отлиты из одинаковой прочности на всем протяжении без потери материала и без заклепок; отсутствуют угловые элементы; ребра жесткости создаются из самих пластин за счет введения выступов и углублений: и в конструкции, состоящей из минимально возможного количества деталей, достигается равномерная прочность, потому что размеры везде могут свободно отклоняться от единообразия.



Линейка переднего прессования из листовой стали.

Запрессованный тюбик с краской и крышка.

Непроводники тепла.

На обширном производстве стальных вагонов, стальных конструкционных форм пар приходится отводить от котлов на большие расстояния. Здесь, как и на подобных крупных предприятиях, или при отоплении городов от центральных станций, желательно, кстати, терять как можно меньше тепла, поскольку неоправданные траты означают огромное сокращение прибыли. Существуют и другие причины для сохранения тепла внутри паропровода; чрезмерно разогретым фруктам, муке и другим товарам может быть нанесен значительный ущерб. Кроме того, существует риск возгорания изделий из дерева, бумаги, хлопка и т.п.; было замечено, что после месячного воздействия тепла от паровых труб древесина загорается при температуре, которая поначалу не привела бы к возгоранию, поскольку тогда в древесине содержалось немного влаги. Для защиты от потерь и опасности уже давно существует практика покрывать паровые трубы оболочками из непроводящего материала, такого как минеральная вата, — печного шлака, раздутого на короткие стекловидные волокна резким порывом воздуха. Войлок, неплотно сложенный, также хорошо служит. Многие рекламируемые утверждения об асбесте необоснованны; этот минерал негорюч и поэтому его можно использовать в качестве плотных занавесей, отделяющих сцену от зрительного зала театра. Но это довольно хороший проводник, и для паровых труб его следует использовать в качестве прямого покрытия металла просто для того, чтобы внешний и гораздо более толстый слой войлока не обуглился. Какой бы материал ни использовался в основном, эксперимент ясно показывает одно, а именно, что воздух, задерживаемый волокнами покрытия, в значительной степени препятствует прохождению тепла. Следовательно, важно следить за тем, чтобы материалы не уплотнялись друг с другом, как это происходит с золой при увлажнении. Асбестовые волокна, которые являются гладкими и стекловидными, не задерживают воздух, как пробка и шерсть.

Профессор Дж. М. Ордуэй из Массачусетского технологического института в Бостоне говорит нам, что непроводники должны быть изготовлены из доступных и дешевых материалов; чистых и без запаха; легких и удобных в нанесении; не склонных к уплотнению при сотрясении или изменению формы при длительном хранении; непривлекательных для насекомых или мышей; не склонных к подгоранию, обугливанию или воспламенению при длительно сохраняющейся самой высокой температуре, которой они могут подвергаться; не склонных к самовозгоранию при частичном замачивании в масле; не склонных к притягиванию влаги из воздуха; не способных оказывать химического воздействия на поверхности, к которым они прикасаются. . Ни один материал не сочетает в себе всех этих желаемых качеств, но значительный ассортимент веществ удовлетворяет большинству требований.

Испытания покрытий паропроводов в колледже Сибли, Корнельском университете и Мичиганском университете привели к следующим результатам:-

Вид покрытия	Относительное количество тепла, передаваемого

оголенной трубе	100.	
Двухслойная асбестовая труба, войлок толщиной 1 дюйм, брезентовый чехол	15.	2
таких же, обернутые манильской бумагой	15.	
Два слоя асбестовой бумаги, войлок толщиной 1 дюйм	17.	
Секционное покрытие из волосяного войлока с асбестовой подкладкой	18.	6
Асбестовая плита одной толщины	59.	4
Асбестовая бумага четырех толщин	50.	3
Двухслойная асбестовая бумага	77.	7
Шерстяной войлок с асбестовой подкладкой	23.	1
Шерстяной войлок с воздушными пространствами, с асбестовой подкладкой	19.	7
Шерстяной войлок с гипсовой подкладкой	25.	9
Формованный асбест, смешанный с гипсовой подкладкой[188]	31.	8
Войлочный асбест из чистого длинноволокна	20.	1
Асбест и губка	18.	8
Асбест и шерстяной войлок	20.	8
Магнезия формованная, нанесенная в пластичном состоянии	22.	4
Магнезия секционная	18.	8
Минеральная вата секционная	19.	3
Минеральная вата волокнистая	20.	3
Минеральная вата войлочная	20.	9
Минеральная мука формованная толщиной ¾ дюйма	29.	7

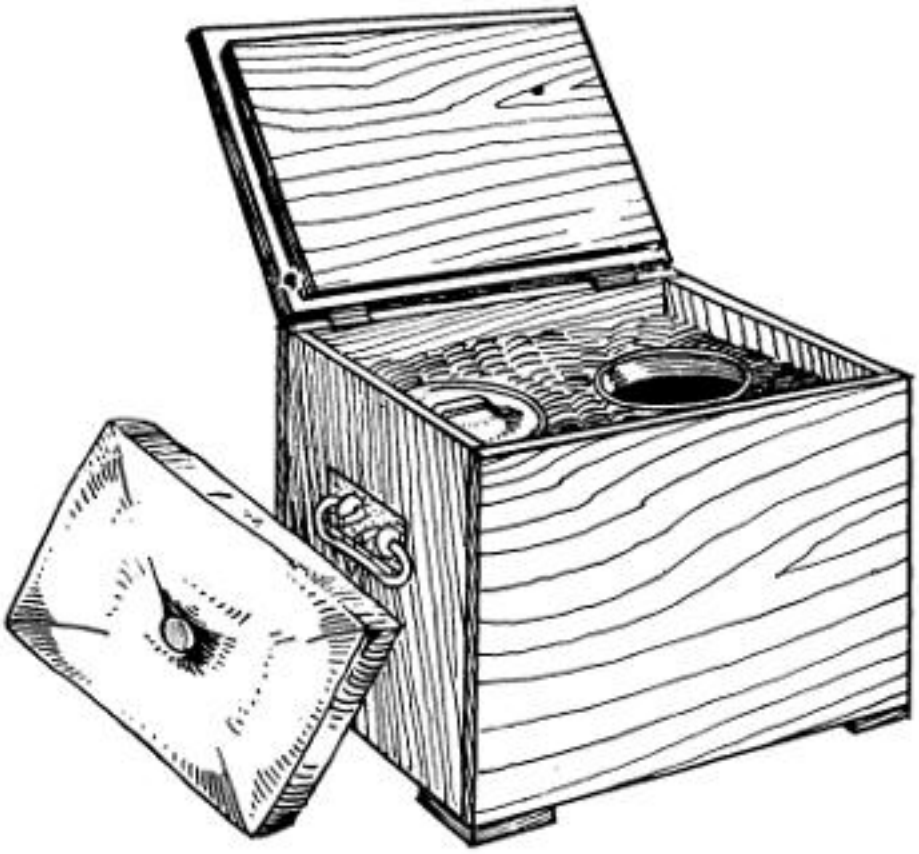
В целом толщина тестируемых покрытий составляла один дюйм. Были проведены некоторые испытания с покрытиями различной толщины, из которых следует, что выигрыш в изолирующей способности, полученный за счет увеличения толщины, очень незначителен по сравнению с увеличением стоимости.[19]

[19] Ролла К. Карпентер, “Отопление и вентиляция зданий”, стр. 229. Нью-Йорк, "Джон Уайли и сыновья", 1905.

Некоторые свойства вещества, по-видимому, связаны семейными узами. Например, прочность и теплопроводность идут рука об руку; все прочные металлы как группа также являются проводящими. И наоборот, непроводящие материалы - войлок, гипс и остальные - структурно слабы. Если бы изобретатель мог заполучить материал, способный выдерживать высокое давление и в то же время отводить нерационально много тепла, он бы изготовил из него цилиндры для паровых машин, гораздо более экономичные, чем современные, он также снабдил бы все виды кухонных приборов покрытием, которое способствовало бы здоровью и комфорту повара, в то же время максимально экономило бы тепло. Одно из преимуществ электрического нагрева заключается в том, что его можно легко использовать в чайниках и жарочных чашках, окруженных превосходными непроводниками; в результате эффективность составляет около девяноста пяти процентов, что совершенно неприемлемо для обычной плиты.

Норвежская кулинарная шкатулка.

Дороговизна электрического отопления не позволяет экономке использовать его в больших количествах. Ее основным источником тепла долгое время должны оставаться обычные виды топлива. Однако они, благодаря дешевым непроводникам, могут использоваться с гораздо большей экономией и комфортом, чем старые. Возьмем, к примеру, норвежский кухонный ящик, неуклонно набирающий популярность в Европе и вполне заслуживающий популярности в Америке. Он состоит из ящика, предпочтительно кубической формы, изготовленного из плотно подогнанных толстых досок, с плотно закрывающейся крышкой. Ящик и крышка плотно выстилаются войлоком или шерстяной тканью и наполняются сеном, за исключением тех мест, где стоят горшки. Эти горшочки, наполненные продуктами для приготовления супа, рагу, рагу-пюре, доводят до кипения на огне, а затем помещают в коробку, закрывая ее крышкой. Примерно в течение двух часов процесс приготовления продолжается без дальнейшего применения тепла. Конечно, температура немного понизилась, но она все еще достаточно высока, чтобы завершить приготовление полезного и аппетитного блюда с экономией топлива и труда, без чрезмерного нагрева кухни.

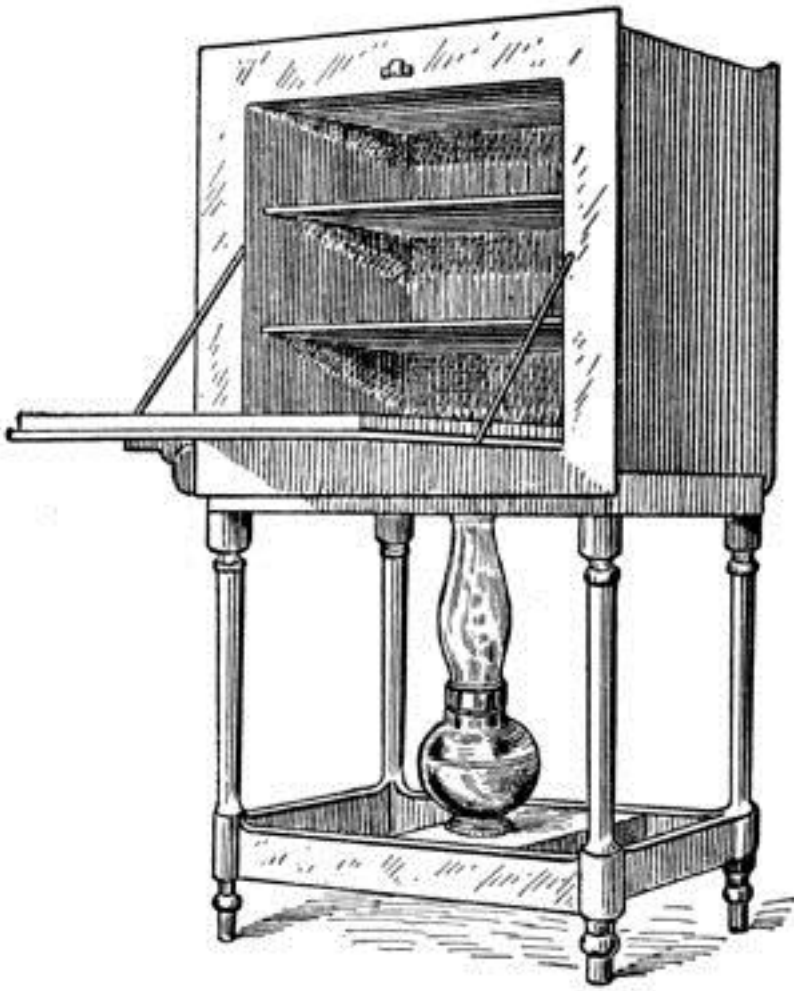


Норвежская плита.

Печь Алладина.

На том же принципе построена печь Aladdin, изобретенная покойным Эдвардом Аткинсоном из Бостона и производимая компанией Aladdin Oven Company, Бруклин, Массачусетс. Плита изготовлена из железа, окружена асбестовой плитой с воздушными ячейками, что позволяет поддерживать температуру приготовления на уровне 400 ° по Фаренгейту. без использования топлива и особого внимания. Откидная дверца в открытом состоянии образует полку, в закрытом она крепится с помощью латунной эксцентриковой защелки, обеспечивающей герметичность; деревянная подставка имеет железную крышку, надежно удерживающую духовку на месте. Этот прибор превосходно готовит широкий спектр блюд, сохраняя натуральные ароматы мяса, рыбы, овощей и фруктов, чего никогда не делают обычные высокие температуры. Мистер Аткинсон написал “Науку о питании”, в которой описываются конструкция и использование этой печи.[20]

[20] Опубликовано Damrell & Upham, Бостон. $1.00.



Печь Алладина.

Материя Впечатлена Своей Историей.

Каждое свойство материи кажется универсальным. Лучший непроводник тепла передает немного тепла; лучший проводник ни в коем случае не идеален: два класса веществ объединены материалами, которые постепенно приближаются к тому или иному концу шкалы. Ничто не является настолько твердым, кроме того, что на нем можно сделать вдавление или гравировку, и там, где не используются ни удар, ни сильное давление, мы можем получить, как на фотопластинке, оттиск, который является химическим, а не механическим, и виден глазу только при обработке подходящим проявителем. Стальной брус, забитый молотком на наковальне, меняет свойства; по мере того, как он становится более плотным по текстуре, его прочность увеличивается. Когда этот стержень занимает свое место в конструкции, работа, которую он должен выполнять, удары, которые он выдерживает, в равной степени сказываются на его волокнах. Стрессы и деформации оказывают свое воздействие на самые прочные машины, двигатели, мосты; они никогда не бывают такими, как раньше, и обычно пережитое наносит им вред. Выдающийся инженер мистер У. Андерсон говорит: “Постоянное повторение напряжений, даже тех, которые находятся в пределах предела упругости, вызывает изменения в расположении частиц, которые медленно меняют свои свойства. Таким образом, механизмы, которые теоретически были достаточно прочны для той работы, которую они должны были выполнять, через некоторое время выходили из строя. Эффект усиливается, если напряжение приложено внезапно, как в случае с броневой плитой или в колесах локомотива . . . . Когда значительные массы металла были выкованы или сильно спрессованы при нагревании, последующее

охлаждение массы накладывает ограничения на свободное движение некоторых, если не всех частиц, следовательно, развиваются внутренние напряжения, которые медленно проявляются и часто приводят к неожиданным отказам. При изготовлении штампов для чеканки монет, охлажденных роликов, дроби и оболочек, закаленных неодинаковым образом, самопроизвольные разрушения происходят без видимой причины из-за ограниченного молекулярного движения внутренних частиц, постепенно расширяющих движение внешних, пока не произойдет разрыв ”.

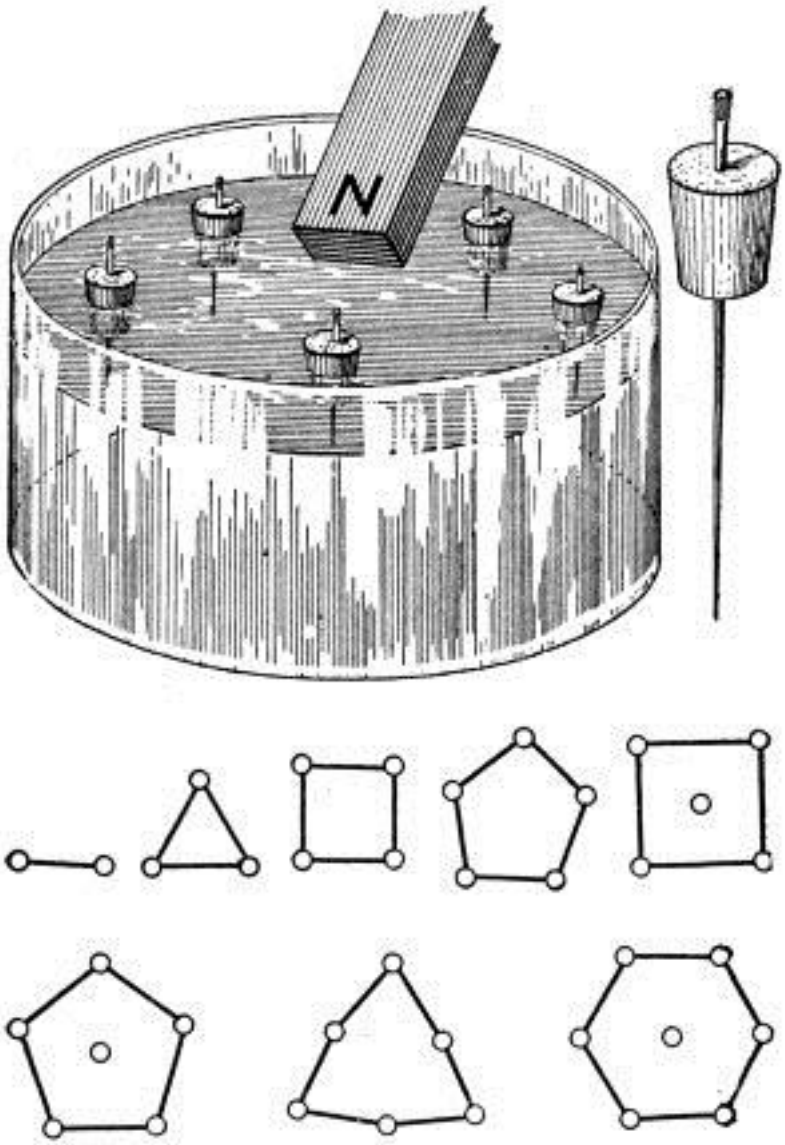
Сэр бенджамин Бейкер говорит: “Многие инженеры игнорируют тот факт, что стальной прут может быть сломан двумя способами — при однократном приложении сильного напряжения или при повторном приложении сравнительно легкого напряжения. Мышцы спортсмена часто сравнивают с железным бруском, но если речь идет об "усталости’, то сравнение очень далеко от истины. Прерывистые движения, попеременная тяга гребца или рабочего, вращающего лебедку, - это то, что нравится мышцам и чего не терпит штанга. Давным-давно Брейтуэйт правильно объяснил поломку балок, несущих большой пивоваренный чан, тем, что сосуд иногда был полон, а иногда пуст, повторяющийся прогиб, хотя и незаметно медленный и без вибрации, приводил к ухудшению состояния металла, пока с течением лет он не сломался. Эти балки были из чугуна, но было также хорошо известно, что кованое железо подвергалось аналогичному воздействию, поскольку впоследствии Нэсмит обратил внимание на тот факт, что попеременное напряжение в осях делало их слабыми и хрупкими, и предложил отжиг в качестве средства правовой защиты, обнаружив, что ось, которая ломалась от одного удара при износе, выдерживала восемнадцать ударов, будучи новой или сразу после отжига. Мы знаем, что самая прочная проволока может сломаться, если ее сгибать взад и вперед под острым углом; возможно, только инженерам-локомотивистам и судостроителям кажется, что со временем последует тот же результат, даже если изгиб настолько незначителен, что не заметен глазом. Кривошипно-шатунная ось локомотива изгибается всего на $1/34$ дюйма, а прямая ведущая ось - на $1/64$дюйма при самых высоких изгибающих нагрузках, которым они подвергаются, и все же срок их службы ограничен. Опыт доказывает, что очень умеренное напряжение, переходящее от растяжения к сжатию, если его повторить около ста миллионов раз, вызовет перелом так же верно, как изгиб под острым углом, повторенный несколько сотен раз ”.

Следовательно, ось или другая конструкция должна подвергаться испытаниям именно на такие нагрузки, которые она должна выдерживать на практике. Стальной стержень может удовлетворительно выдержать испытание на растяжение, проводимое в одном направлении, только для того, чтобы катастрофически разрушиться при переменных напряжениях, каждое из которых менее сильное.

Намагничивание.

То, что материя фактически запоминает свои впечатления, становится очевидным, когда мы изучаем магнетизм. Сталь, намагниченная в первый раз, ведет себя не так, как при последующем намагничивании. Это похоже на то, как если бы магнетизм при своем первом появлении отбросил барьеры, которые больше никогда не стояли на его пути. Если сталь должна быть доведена до первоначального состояния, ее необходимо расплавить и повторно отлить или долго доводить до белого каления. В совершенно других областях направленного движения мы замечаем, что скрипки с возрастом приобретают более насыщенную звучность; их волокна под рукой играющего, кажется, складываются в такие линии, которые лучше поддаются музыкальному самовыражению.

В 1878 году покойный профессор Альфред М. Майер из Технологического института Стивенса в Хобокене, штат Нью-Джерси, опубликовал серию замечательных экспериментов в “Американском научном журнале”. Там он рассказал и изобразил, как намагничивал несколько маленьких стальных иголок, воткнутых в кусочки пробки, плавающие в воде, причем южный полюс каждой иглы был направлен вверх. Поскольку иглы отталкивались друг от друга или их отталкивание несколько преодолевалось большим магнитом, удерживаемым над ними северным полюсом вниз, иглы располагались симметрично, образуя очень интересные очертания, которые, конечно, менялись в зависимости от количества игл, находящихся на плаву в любой момент времени. Три иглы образовывали равносторонний треугольник, четыре - квадрат, пять располагались либо в виде пятиугольника, либо в виде квадрата с одним магнитом в центре и так далее в серии правильных комбинаций, и все это наводит на мысль, что магнитные силы могут лежать в основе структуры кристаллов.



Плавающие магниты Майера.

Кристалл Предвещает Растение.

Одним из замечательных свойств кристалла является его способность расти и действовать как единое целое, как если бы у него была собственная жизнь, несмотря на очевидное разнообразие и большое количество его частей. Возьмите кристалл квасцов, отломите

уголок и затем погрузите разбитую массу в маточный раствор; кристалл сразу же восстановится, в его структуру встраиваются новые молекулы, как будто они знают, куда идти. Это единство эффекта может наблюдаться во время северной зимы в гораздо более поразительных масштабах. В холодную погоду на большом листе зеркального стекла, выставленном в качестве окна, будет простираться морозный узор, словно на дереве, красивые ветви расходятся от главного ствола, который может достигать семи футов в высоту. Вполне вероятно, что здесь действуют полярные силы, подобные тем, которые мы наблюдаем в магните. Гармония их действия в сравнительно обширных пространствах поразительна. Силы союзного характера поднимаются на уровень еще более высокой растительности, кульминацией которой является великолепная калифорнийская секвойя, чья жизнь, измеряемая тысячелетиями, восходит почти к заре человеческой цивилизации. Объединение инструментов, рычагов, колес в организованную машину; координация в исследовании ролей, которые должны играть наблюдатели, регистраторы, изображатели, генерализаторы; построение солдат так, чтобы все маршировали, наступали и стреляли как один человек под контролем единой воли, прообразом являются силы, которые составляют единицу из каждого кристалла селитры в солдатской патронной коробке. Из всех характеристик материи ни одна не является более всеобъемлющей и более удивительной, чем ее способность образовывать целое, которое движется и действует так, как если бы ни одна часть не была отделена ни от одной другой, проявляя при этом чрезвычайно сложную структуру с функциями, одновременно запутанными и скоординированными.

A
Кристалл квасцов.

B
После того, как часть была
отломана.

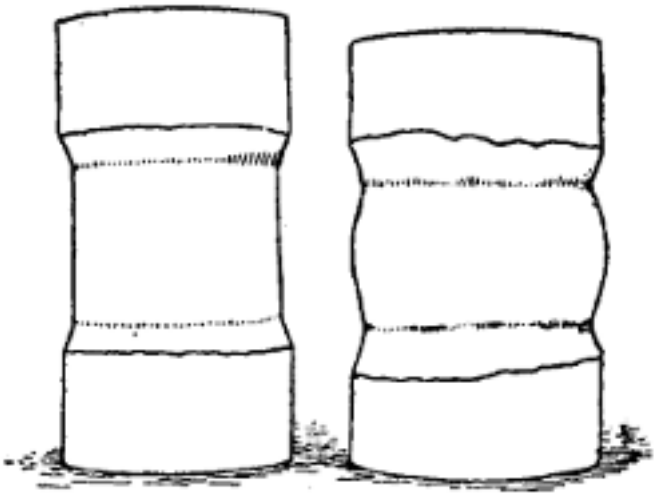
C
Восстанавливается погружением
в раствор квасцов.

По фотографиям герра Хьюго Шмидта, школа Хакли, Тэрритаун, Нью-Йорк

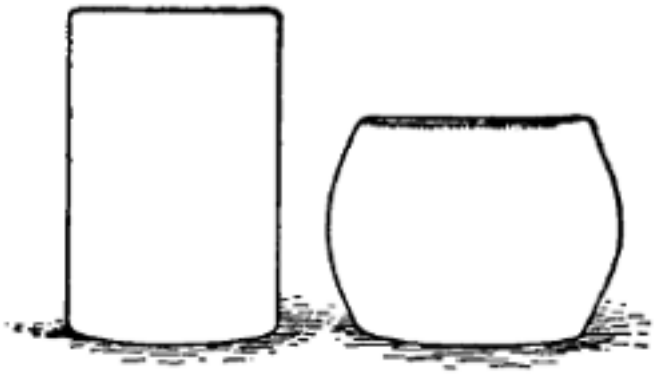
В течение длительных периодов времени незначительные влияния становятся красноречивыми.

Свойства материи, гораздо более простые, теперь могут привлечь наше внимание. Итак, во-первых, давайте обратим внимание на то, как незначительные воздействия, действующие в течение длительных промежутков времени, могут изменять качества металлов и горных пород. Известно, что силы, которые пока слишком малы для измерения, в течение года или двух воздействуют на сталь иногда благоприятно, иногда неблагоприятно. Инструментальная

сталь самых высоких марок улучшается за счет длительного хранения на складе, и чем дольше, тем лучше. Похоже, что штыки, сабли и пистолеты подвержены изменениям, которые могут привести к выходу из строя при внезапном ударе или перенапряжении. Калибры из инструментальной стали, которые должны быть чрезвычайно твердыми, доводятся до стандартных размеров через год или два после процесса закалки. Медленные молекулярные изменения проявляются в изменении размеров. В бюро стандартов в Вашингтоне двор в стальной двор и в латуни, во-первых одинаковы по длине; по прошествии двадцати лет они варьируют от $1/5000$ дюйма. Возьмем другой случай, достаточно знакомый инженеру-железнодорожнику: в шахте или туннеле крыша или стена могут обрушиться через месяц или более после взрывных работ. Камень, упавший сразу после взрыва, был далек от представления всей работы, проделанной динамитом. На больших площадях породы возникло напряжение, и в конце концов оно, начавшись с небольших трещин, преодолело сцепление массивов огромной протяженности.



Железная трубка, заключающая в себе мрамор до и после деформации.



Мрамор до деформации и после.

Свойства меняются с течением времени: параллельное разнообразие заслуживает внимания. Вещество проявляет совершенно разные качества в зависимости от того, является ли воздействие на него медленным или быстрым. Парафиновая свеча, наполовину горизонтально торчащая из коробки летом в Нью-Йорке, в конце концов, будет направлена прямо вниз, несмотря на всю свою хрупкость. Если по сапожному воску нанести внезапный удар, он разлетится на куски, как оконное стекло. Но положите свинцовые шарики на поверхность того же воска, и в течение десяти-двенадцати недель вы обнаружите, что они погрузились на дно массы. При резком надавливании воск становится жестким и хрупким; при длительном умеренном надавливании воск оказывается пластичным, почти полужидким. Все это повторяется, когда камень подвергается сильному давлению в течение целых двух месяцев. В Университете Макгилла, Монреаль, небольшой мраморный цилиндр, обработанный таким образом профессором Фрэнком Д. Адамсом, приобрел выпуклую форму, без трещин, но со снижением прочности на разрыв наполовину. Когда давление прилагалось в течение всего девяноста минут, прочность полученной массы на разрыв составляла всего лишь одну треть от прочности исходного мрамора; когда эксперимент занял всего десять минут, прочность упала чуть менее чем на одну четвертую от первой степени. Эти исследования проливают свет на наслоения горных пород, которые часто складываются под сильным давлением, как резина или паста.

Возьмем другой, совершенно иной пример того, как колебания во времени приводят к резким контрастам результатов: резиновый мяч, брошенный в игре в стену, отскакивает; выстрелите им из пушки со скоростью, в сто раз превышающей скорость, и он пробьет стену, как стальной снаряд.

ГЛАВА XV
СВОЙСТВА—*Продолжение.* РАДИОАКТИВНОСТЬ

Сначала изучаются наиболее очевидные свойства . . . Затем те, которые скрыты от беглого взгляда . . .Радиоактивность, обнаруженная электриком . . . Свойство, которое может быть универсальным и иметь высочайшее значение . . . Его изучение приближает нас к окончательным объяснениям . . . Пророческие взгляды Фарадея.

Недвижимость из века в век становится все более и более известной. Сначала дикарь принимал во внимание исключительно очевидную прочность дуба, остроту кремня, податливость сухожилий. С первым разжиганием огня он обнаружил новый виток свойств в давно знакомых вещах. Все виды древесины, особенно сухой, были признаны горючими, так же как солома и ветки, а также птичий жир и рыбий жир. Затем было замечено, что земля под костром осталась несгоревшей и стала твердой, так что ее глину или ил можно было использовать для изготовления грубых печей. Вскоре начнутся эксперименты с покрытиями, которые поддерживают красный жар углей, и зола окажется самой легкой и наилучшей.

Столетие назад овладение электричеством начало раскрывать новые знания о свойствах, настолько широкие и интимные, что напоминают об огромном расширении таких знаний, которое задолго до этого последовало за разжиганием огня. Преемники Вольты, воспроизводя его корону из кубков, спросили, какие металлы, растворенные в каких жидкостях, дадут нам электрический ток с меньшими затратами? Затем последовал еще один вопрос: какие металлы, втянутые в проволоку, будут пропускать ток на расстоянии с

наименьшими потерями? С изобретением электромагнита возник еще один вопрос: какие виды железа наиболее быстро и в значительной степени намагничиваются током; и когда ток прекращается, какое из них теряет свой магнетизм в кратчайшие сроки? Совершенно очевидно, что электрик рассматривает медь, цинк, железо, сталь, кислоты, щелочи с новой точки зрения; он обнаруживает в них свойства, которые до его появления совершенно игнорировались.

Среди свойств материи, обнаруживаемых с помощью электричества, нет более поразительных, чем те, которые проявляются в трубках, содержащих сильно разреженные газы. Изучение их феноменов привело к открытиям, которые подводят нас к окончательному объяснению свойств, пониманию того, как материя устроена атомарно. Все это началось достаточно просто, когда Плюккер в 1859 году послал электрический разряд через трубку, достаточно хорошо разряженную, создавая необычные цветные полосы. Гейсслер, впоследствии использовавший трубки с более высоким расходом, создал полосы еще большей пестроты. В 1875 году профессор Уильям Крукс изобрел почти пустую трубку, носящую его имя, через которую он посылал электрические импульсы от катодного полюса, выявляя то, что он назвал “лучистой материей”, переносимой в пучке катодных лучей, настолько же более разреженной, чем обычные газы, насколько они более редки, чем жидкости. В 1894 году профессор Филипп Ленард заметил, что катодные лучи проходят через тонкую алюминиевую пластинку подобно тому, как дневной свет проходит через пленку из полупрозрачного мрамора. В следующем году произошло эпохальное открытие профессора Конрада Вильгельма Рентгена о том, что катодные лучи частично состоят из рентгеновских лучей, которые легко проходят через человеческую плоть, отбрасывая тени костей на фотопластинку. Катодные лучи делают воздух довольно хорошим проводником электричества, в то время как обычный воздух в крайней степени непроводящий. Этой исключительной силой обладают также ультрафиолетовые лучи солнечного света, что легко показать с помощью электроскопа. В 1897 году профессор Джозеф Дж. Томсон из Кембриджского университета продемонстрировал, что катодные лучи состоят из корпускул, или электронов, размером примерно в одну тысячную часть атома водорода и несущих отрицательный электрический заряд. Такие электроны образуют небольшую часть каждого химического атома, остальная часть которого, конечно, положительно наэлектризована. Все электроны одинаковы, какими бы различными ни были “элементы”, из которых они произошли; как самые малые массы, известные науке, они могут быть одними из первичных единиц всей материи.

Франция, а также Германия и Англия должны были сыграть ведущую роль в дальнейшем изучении радиоактивности. В Париже знаменитая семья Беккерелей на протяжении трех поколений посвятила себя изучению фосфоресценции. Анри Беккерель, третий в очереди, сказал: “Интересно, возбуждается ли рентгеновскими лучами фосфоресцирующее вещество, такое как сульфид цинка”. Он повторил эксперимент, заставив сульфид светиться с новой силой. С этого момента накопились доказательства того, что обычные фосфоресцирующие лучи, такие, какие испускают спички, гниющее дерево и рыба, родственны катодным лучам, которые электрик выделяет из любого вещества, когда он использует ток высокого напряжения. Однажды М. Беккерель наткнулся на замечательное открытие. Он заметил, что соединения урана, фосфоресцирующие или нет, воздействуют на фотопластинку через непрозрачное покрытие из черной бумаги и превращают окружающий воздух в электрический проводник. Было обнаружено, что соединения тория, аналогичные тем, которые используются для ламп накаливания, обладают теми же свойствами. И здесь была обнаружена причина раздражения и потерь, которые долгое время ставили фотографов в тупик. Часто они дарили чувствительную бумагу или пластинки в упаковках из плотной

бумаги, картона или толстого дерева, спрятанные в темных шкафах или ящиках. Все напрасно. По прошествии нескольких недель или месяцев эти тщательно охраняемые поверхности настолько сильно обесцвечивались, как если бы они в течение нескольких минут подвергались воздействию самого дневного света. Все это время каждый материал, на который полагались в качестве гарантии, излучал слабый, но постоянный луч; в доверенном хранителе таилось предательство.

По предложению М. Беккереля М. и мадам Пьер Кюри предприняли тщательные поиски этих эффектов в самых разнообразных веществах. Они обнаружили, что несколько минералов, содержащих уран, более радиоактивны, чем сам этот элемент. Например, смоляная обманка, состоящая в основном из оксида урана, проявляла особую энергию при приближении к электроскопу, что наводило на мысль о присутствии необычно активного компонента, до сих пор не идентифицированного. В конце чрезвычайно трудоемкой серии разделений они, наконец, получили ничтожное количество хлорида радия, проявляющего необычайные свойства. С тех пор было получено другое соединение радия, бромид: сам по себе радий еще не получен. По радиоактивности хлорид радия превосходит уран примерно в миллион раз. Оснащенный высокочувствительным электроскопом, профессор Эрнест Резерфорд из Университета Макгилла в Монреале обнаружил семь различных излучений радия, каждое из которых имеет свои собственные характеристики. Направленный на алюминиевые пластины, он обнаружил, что его *гамма* лучи в 100 раз более проникающие, чем его *бета* лучи, и *бета* лучи в 100 раз более проникающие, чем его *альфа* лучи. Каждое излучение обладает свойствами, столь же отличными от свойств обычного химического элемента. *Бета*-лучи во всех отношениях ведут себя подобно катодным лучам, так что здесь просматривается связь между свойствами радия и давно знакомыми явлениями, связанными с трубкой Крукса.

Следующим по радиоактивности после радия веществом является торий. Профессор Резерфорд наблюдал, как он выбрасывает вещество, которое он называет торием X; какое-то время оно сильно излучает, в то время как исходная масса не излучает вообще. Постепенно торий X перестает излучать, и исходный торий возобновляет излучение тория X. Из тория X исходит то, что кажется газом, конденсируемым при сильном холоде, который прикрепляется к соседним телам, делая их радиоактивными. Это излучение, в свою очередь, производит последовательно три новых и различных вида излучения. Профессор Чарльз Баскервиль из Колледжа города Нью-Йорка выделил из тория два вещества, вероятно, элементарные, каролиний и берцелий.

Каждое из других радиоактивных веществ имеет несколько производных: у актиния их девять, у урана - четыре. По мере того, как исследователи расширяют круг своих исследований, они неуклонно удлиняют список радиоактивных веществ. Обнаруживается, что многие минералы, вода из источников, особенно имеющая лекарственную ценность, листья растений, недавно выпавший снег и даже обычный воздух радиоактивны, хотя обычно в незначительной степени, так что может возникнуть сомнение: обусловлен ли наблюдаемый эффект следами какого-то высоко радиоактивного материала, рассеянного в чем-то другом, что вообще не является радиоактивным? Если бы было установлено, что радиоактивность действительно присутствует во всей материи, это было бы не чем иным, как параллелью тому, что в другой точке физического масштаба представляется обычным испарением.

Твердые тела не так тверды, как кажутся.

Северной зимой мы можем наблюдать в почти неподвижном воздухе истончение большой глыбы льда, так что в течение недели она теряет значительную часть своей массы. Выделение пара, очевидно, не ограничивается высокими или обычными температурами, но может происходить и ниже точки замерзания воды. В 1863 году Томас Грэм, выдающийся шотландский физик, проведя множество экспериментов с металлами, выразил мнение, что то, что кажется твердым, может быть в незначительной степени как жидким, так и газообразным. Подтверждение этой точки зрения было предоставлено в 1886 году профессором У. Спринг из Льежа, который получал сплавы путем сильного прессования их составляющих в виде порошков при обычных температурах. Вполне вероятно, что небольшая повсеместная ликвидность обеспечила успех эксперименту. Профессор Робертс-Остин однажды заметил, что электрические отложения железа на чистой медной пластине прилипают так прочно, что, когда их отрывают силой, с медной пластины снимается пленка и остается на железе, что означает, что два металла проникли друг в друга при обычной температуре. Он обнаружил, что это взаимопроникновение происходит через пленки электроосажденного никеля. В ходе серии замечательных экспериментов он также обнаружил, что при 100 ° C, температуре намного ниже точки плавления свинца, листовое золото слегка рассеивается по массе свинца; когда свинец становится жидким при 550 ° C, доля рассеянного золота увеличивается в 160 000 раз. Эта летучесть частиц тяжелого металла ясно показывает нам, что при обычных температурах с металлических поверхностей может всегда происходить виртуальное испарение — явление, которое может быть такого же рода, как излияние ощутимого потока частиц при сильном электрическом возбуждении. Аналогия идет дальше, по крайней мере, в случае жидкостей, которые выделяют пар, обычно отличающийся по составу от исходного тела; возьмем, к примеру, раствор сахара в воде, который выделяет только водянистый пар, или понаблюдаем за смесью большого количества воды и небольшого количества спирта, поскольку она выделяет пар, в значительной степени спиртовой, но слегка водный.

Каждое свойство может быть универсальным.

Здесь нам вспоминается поразительный эксперимент Фарадея: возбуждая электромагнит гигантских размеров, он показал, что на каждое вещество, которое он подносил к нему, оказывалось воздействие в определенной степени. Он обнаружил, что железо обладает исключительными магнитными свойствами, подобно тому, как мадам Кюри показала, что радий гораздо более радиоактивен, чем любое другое вещество. Со времен Фарадея и по сей день все направление исследований строилось на вероятности того, что каждое известное свойство в той или иной степени присуще любой материи, какой бы она ни была. Медь проводит электричество замечательно хорошо, а гуттаперча проводит удивительно плохо; но гуттаперча обладает небольшой проводимостью, или ее более тонких листов, чем те, которые используются сейчас, было бы достаточно, чтобы удерживать в океанском кабеле колебания, которые проходят между Америкой и Европой. Уровень радиоактивности многих веществ может быть таким же низким, как у гуттаперчи в списке электропроводников; в этом случае никакие существующие средства обнаружения не выявили бы это свойство.

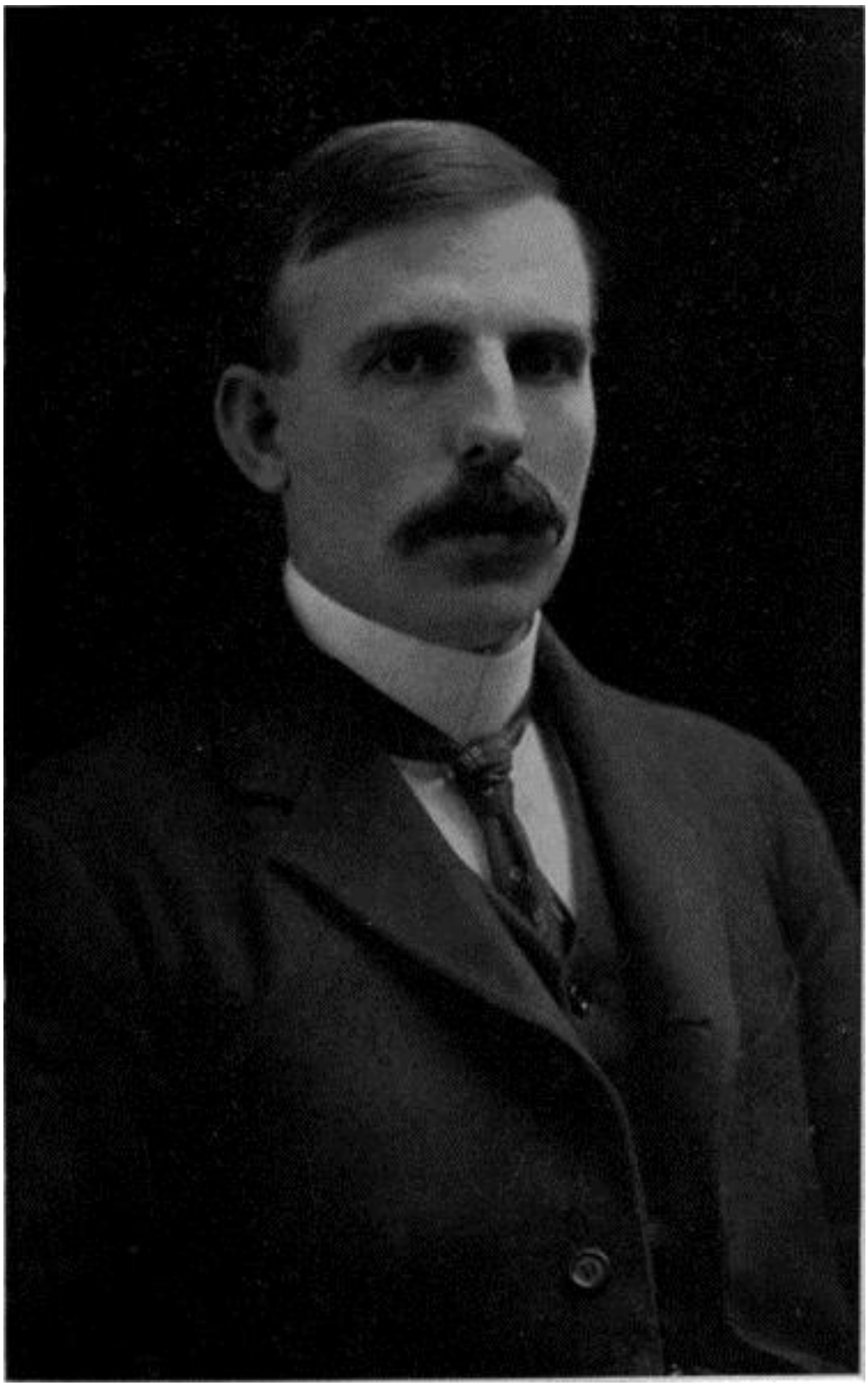
Радий обладает неизвестными до сих пор свойствами.

В то время как радиоактивность может быть универсальным свойством вещества, подлежащим все большему раскрытию по мере совершенствования средств обнаружения, соединения радия сегодня относятся к отдельному классу. Температура бромистого радия постоянно поддерживается на 3-5° C выше, чем в окружающей среде, так что каждый час в

нем может кипятиться вода по собственному весу. Профессор Резерфорд оценивает срок службы радия в 1800 лет, его эманации при распаде на последовательные стадии выделяют примерно в три миллиона раз больше энергии, чем выделяется при соединении равного объема водорода и кислорода, смешанных в пропорциях, образующих воду, при этом соединении выделяется больше тепла, чем при любом другом химическом изменении. Откуда этот удивительный поток энергии? Вероятно, что каждый атом радия может распадаться на мельчайшие частицы, которые, двигаясь со скоростью 120 000 миль в секунду или около того, сталкиваясь, вызывают наблюдаемое нагревание.

С другой стороны, соединения радия побуждают нас пересмотреть законы химических превращений, которым учили до конца девятнадцатого века. В порах многих радиоактивных минералов можно обнаружить тот замечательный элемент, гелий, который сначала был обнаружен на солнце с помощью спектроскопа, а затем обнаружен в порах клевеита, минерала, обнаруженного в Норвегии. Сэр Уильям Рамзи и мистер Фредерик Содди обнаружили гелий в газах, выделяющихся из хлорида радия, который хранился в твердом состоянии в течение нескольких месяцев. Спектр гелия сначала был невидим; вскоре он проявился и с течением времени неуклонно становился все более интенсивным. “Представляется вполне вероятным, - говорит профессор Резерфорд, - что многие из так называемых химических элементов могут оказаться соединениями гелия, или, другими словами, что атом гелия является одной из вторичных единиц, из которых состоят более тяжелые атомы”.[21]

[21] Эрнест Резерфорд “Радиоактивность”. Второе издание. Нью-Йорк: Macmillan Co.; Кембридж, Англия, University Press, 1905.



Фотография Райс, Монреаль.

ПРОФЕССОР ЭРНЕСТ РЕЗЕРФОРД,
Университет Макгилла, Монреаль.

Уже явления радиоактивной активности, хотя и представляют собой загадочную сложность, значительно расширили наши представления о материи. Там, где мы привыкли считать его простой структурой, он демонстрирует ошеломляющую сложность, как, впрочем, уже давно

предполагалось в таком сильно разнообразном спектре, как у железа. Мы обнаруживаем, что излучение "элемента” может заключаться не только в колебаниях эфира, но и в испускании материи, столь же реальной, как выброс пара из кипящего котла. Ньютон считал солнечный свет потоком корпускул: он ошибался в отношении солнечного света, его концепция верна для многих других видов излучения. До недавнего времени мы рассматривали атомы как неделимые тела; сегодня мы узнали, что по крайней мере некоторые из них могут при случае разделяться на множество частей, каждая из которых движется со скоростью, приближающейся к световой, с энергией, намного превышающей энергию любого известного нам химического взаимодействия. В области пропускания лучей наши знания также расширились. Двадцать лет назад мы говорили о непрозрачности свинца, прозрачности кремневого стекла как об абсолютных свойствах. Сегодня мы узнаем, что при наличии соответствующего луча любое вещество обеспечивает свободный проход этого луча, например, когда дуб толщиной в дюйм передает импульсы радия. Более того: обычные химические изменения требуют от нас приведения одного вещества в контакт с другим; обычно мы также должны прикладывать тепло или электричество к соединенным таким образом телам; они всегда реагируют на изменения температуры. За последние шесть лет мы познакомились с изменениями, несравненно более энергичными, чем при самом сильном химическом воздействии; многие из них происходят с кажущейся спонтанностью из самого вещества. В случае радия ни сильный холод, ни сильный жар не оказывают сколько-нибудь заметного воздействия на лучистый поток.

Одним из результатов исследования радиоактивной активности является то, что оно показывает, что алхимики в своих попытках трансмутации стояли на твердой почве. Профессор Резерфорд говорит: “Не может быть никаких сомнений в том, что в радиоэлементах мы являемся свидетелями самопроизвольного преобразования вещества, и что возникающие различные продукты обозначают стадии или места остановок в процессе преобразования, когда атомы способны существовать короткое время, прежде чем распасться на новые системы”.

История Вселенной переписана в свете радиоактивной активности.

Радиоактивность вызывает живой интерес далеко за пределами лабораторий химиков и врачей. Одной из давних загадок геологии было объяснение того, почему температура земли оставалась практически постоянной с тех пор, как появилась органическая жизнь. Побочной проблемой было поддержание солнцем своей огромной выработки тепла и света, век за веком, практически без уменьшения интенсивности. Профессор Резерфорд и мистер Содди полагают, что явление радиоактивности может решить обе эти проблемы: такой элемент, как гелий, может обеспечить запас энергии, значительно превышающий запас обычного химического действия, и значительно удлинить процесс охлаждения из-за излучения солнца или земли.

Радиоактивность, кроме того, проливает новый свет на эволюцию, рассматриваемую в самых широких ее аспектах. Корпускулы, открытые в 1897 году профессором Дж. Дж. Томсоном, когда он разделял атомы на части, все одинаковы, какой бы химический элемент ни был исходным телом. Следовательно, утверждается, что мы, возможно, имеем здесь первичные единицы всей материи, какой бы она ни была. Сэр Норман Локьер давно указал, что гелий и водород преобладают в самых горячих звездах, в то время как в менее горячих звездах появляются более сложные типы материи. Он утверждает, что эти звезды по мере того, как они последовательно теряют тепло, демонстрируют развитие того, что химики называют элементами. Его взгляды параллельны предположению, что в радиоактивной частице мы знакомимся с основным элементом всей материи, независимо от того,

наблюдаем ли мы ее в лабораторной пробирке или в сиянии эскадрилий полуночных небес.[22]

[22]Недавно обнаруженная радиоактивность и другие физические явления изложены в “Новых знаниях” профессора Роберта Кеннеди Дункана, опубликованных A. S. Barnes & Co., Нью-Йорк, 1905 г.; и “Недавнем развитии физической науки” У. К. Д. Уэтхэма, опубликованных Джоном Мюрреем, Лондон, и П. Блейкистоном, Son & Co., Phila., 1906 год.

Явления радиоактивной активности возрождают интерес к пророческим взглядам Майкла Фарадея. В 1816 году, когда ему было всего двадцать четыре года, он прочитал лекцию в Королевском институте в Лондоне о лучистой материи. В ходе его выступления встречается такой отрывок: —

Пророческие взгляды Фарадея.

“Если мы теперь представим себе изменение настолько большее, чем испарение, насколько это выше текучести, а затем примем во внимание пропорционально увеличивающуюся степень изменения по мере возникновения изменений, мы, возможно, если мы вообще сможем сформировать какое-либо представление, не упустим лучистой материи; и как при последнем преобразовании были утрачены многие качества, так и здесь исчезнет гораздо больше.

“Ньютон и многие другие выдающиеся философы придерживались мнения, что такое преобразование возможно и постоянно происходит в процессах природы, и они обнаружили, что идея без ущерба для применения математических рассуждений — например, в отношении тепла. Если предположить, мы должны также предположить простоту материи; ибо из этого следовало бы, что все разнообразие веществ, с которыми мы знакомы, могло бы быть преобразовано в один из трех видов излучающей материи, которые опять-таки могут отличаться друг от друга только размером своих частиц или их формой. Тогда предполагалось бы, что свойства известных тел возникают из различного расположения их основных атомов и принадлежат веществам только до тех пор, пока существует их сложная природа; и, таким образом, разнообразие материи и разнообразие свойств были бы признаны сопутствующими”.[23]

[23] “Жизнь и письма Фарадея” Бенса Джонса. Т. I, с. 216.

Три года спустя он вернулся к этой теме в другой лекции:—

“Под действием тепла все твердые тела были расплавлены в жидкости, и существует очень мало таких, превращение которых в газообразные формы вообще сомнительно. Попытки изменить метод на противоположный оказались не столь успешными. Многие газы отказываются менять свою форму, а некоторые жидкости не были заморожены. Если, однако, мы применяем средства, зависящие от перегруппировки частиц, тогда эти тугоплавкие экземпляры исчезают, и, соединяя вещества вместе, мы можем заставить их принимать твердую, жидкую или газообразную форму по своему усмотрению.

“В этих наблюдениях за изменениями состояния я намеренно избегал упоминания лучистого состояния материи, поскольку, будучи чисто гипотетическим, было бы несправедливо по отношению к продемонстрированным разделам науки ослаблять силу своих законов, связывая их с тем, что еще не определено. Однако теперь я могу заметить прогрессирование физических свойств, сопровождающее изменения формы, и этого, возможно, достаточно,

чтобы вызвать у изобретательного и оптимистичного философа значительную веру в ассоциацию сияющей формы с другими изменениями, о которых я упомянул.

“По мере того, как мы поднимаемся от твердого состояния к жидкому и газообразному, физические свойства уменьшаются в количестве и разнообразии, причем каждое состояние имеет некоторые из тех, которые принадлежат предыдущему состоянию. Когда твердые вещества превращаются в жидкости, все разновидности твердости и мягкости неизбежно теряются. Кристаллические и другие формы разрушаются. Непрозрачность и цвет часто сменяются бесцветной прозрачностью, и при этом обеспечивается общая подвижность частиц.

“Переходя далее в газообразное состояние, еще большее количество очевидных свойств тел уничтожается. Огромные различия в их весе почти исчезают; остатки разницы в цвете, которые оставались, теряются. Прозрачность становится универсальной, и все они эластичны. Теперь они образуют лишь один набор веществ, а разнообразие плотности, твердости, непрозрачности, цвета, эластичности и формы, которые делают количество твердых веществ и жидкостей почти бесконечным, теперь обеспечивается несколькими незначительными вариациями веса и некоторыми несущественными оттенками цвета.

Следовательно, для тех, кто признает лучистую форму материи, не существует никаких трудностей в простоте свойств, которыми она обладает, скорее это аргумент в их пользу. Эти люди демонстрируют вам постепенное утрату свойств материи, которые мы можем оценить по мере того, как материя поднимается по шкале форм, и они были бы удивлены, если бы этот эффект прекратился в газообразном состоянии. Они указывают на большие усилия, которые природа прилагает на каждом этапе изменения, и думают, что, следовательно, они должны быть наибольшими при переходе от газообразной формы к лучистой”.[24]

[24] “Жизнь и письма Фарадея” Бенса Джонса. Т. I, стр. 307.

Это замечательное открытие напоминает вывод другого великого философа-экспериментатора, графа Румфорда, который с помощью механического движения растопил лед в закрытом и изолированном приемнике. Он пришел к выводу, что вырабатываемое таким образом тепло не было материальной субстанцией, как тогда обычно предполагалось, а должно быть по сути движением, поскольку только движение привело его к существованию. Когда мы следуем рассказу Фарадея о последовательных изменениях свойств, которые следуют за добавлением тепла, другими словами, механического движения, напрашивается неотразимый вывод, что свойства заключаются в отчетливых движениях масс определенной формы и размера, причем сами эти движения, возможно, определяют как форму, так и размер каждой массы.

ГЛАВА XVI
ИЗМЕРЕНИЕ

Методы, начинающиеся с эмпирических правил, доводятся до предельного совершенства . . . Фут и локоть . . . Метрическая система . . . Точное измерение - средство открытия . . . интерферометр измеряет 1-5 000 000 дюймов ... Световой волны как неизменную единицу длины.

Ребенок замечает, что его спальня меньше, чем семейная гостиная, что сегодня теплее, чем было вчера, что железо намного тяжелее дерева и на нем не так легко нанести удар. Ребенок становится взрослым мальчиком еще до того, как он обойдет комнаты вдоль и поперек, чтобы сравнить их площади и добавить к своему уроку измерения пример из дома. Если бы вместо расхаживания он пользовался линейкой для ног или рулеткой, тем лучше. Примерно в это же время он может начать наблюдать за термометром, отмечая, что в течение, скажем, пяти часов он упал на восемь градусов. В детстве он принимал во внимание величину или малость, легкость или тяжесть, тепло или холод; теперь он переходит к измерению их количества. Поступая таким образом, он за несколько лет охватывает то, на что человечеству потребовались века истории. Когда обмениваются зерном и шкурами, или покупаются и продаются топоры и калуметы, сторонам сделки достаточно хорошо угадать размеры и вес. Но когда золото или драгоценные камни меняют владельцев, необходимо соблюдать деликатный баланс, и моральный кодекс разносится проклятиями по всем, кто прикасается к их гирям или балке. Возможно, равновесие было предложено детскими качелями, этим примитивным спортивным средством, при котором одно лежащее дерево сменяется другим, товарищи по играм поднимаются и опускаются на концах верхнего движущегося ствола. По сути, самый совершенный баланс на сегодняшний день - это все еще неустойчивый баланс. Его последовательные усовершенствования регистрируют переход от простого рассмотрения того, что представляет собой вещь, будь то камень, дерево, масло или что-то еще, к выяснению того, сколько ее в наличии; или, формально выражаясь, составить и использовать точный баланс означает переход от качественной к количественной стадии исследования. До времен Лавуазье считалось, что любая часть вещества, исчезающая при горении, аннигилирует. Лавуазье тщательно собрал все продукты сгорания и с помощью точных весов показал, что они весили столько же, сколько элементы до того, как они сгорели. Таким образом, он заложил краеугольный камень современной химии, продемонстрировав, что материя неизменна в своем общем количестве, несмотря на все химические соединения. Фазы энергии, отличные от гравитации, теперь измеряются приборами, столь же усовершенствованными за последние годы, как весы; они говорят нам великую истину о том, что энергия, как и материя, постоянна в количестве, как бы сильно она ни варьировалась от формы к форме, какие бы тонкие и неуловимые личины она ни носила.

Ступня и локоть.

Интересная история о том, как нога, наш самый распространенный показатель, дошла до нас. Древнейший известный стандарт длины, локоть, представлял собой расстояние между локтем мужчины и кончиком его среднего пальца. В Египте обычный локоть составлял 18,24 дюйма, а царский - 20,67 дюйма. Царский локоть из твердого дерева, прекрасно сохранившийся, был обнаружен среди руин Мемфиса в начале девятнадцатого века. На нем указана дата правления Гора, который, как полагают, стал царем Египта около 1657 года до н.э. Греки приняли фут, равный двум третям обычного египетского локтя, в качестве стандарта длины. Эта мера, 12,16 дюйма, была введена в Италии, где ее разделили на двенадцатые доли, или дюймы, в соответствии с римской двенадцатеричной системой счисления, откуда она распространилась по всей Европе.

Единицы, столь же важные, как и локоть, издревле производились от пальца и соединялись пальцами. Ширина указательного пальца в средней части его первого сустава стала *цифрой*; четыре пальца были приняты за *ладонь*, или ширину ладони, которая по сей день используется для измерения лошадей. Другая древняя единица измерения, еще не вышедшая из употребления, *темп*, состоит из сорока цифр; в то время как *сажень*, используемая до сих пор, состоит из девяноста шести цифр, отстоящих на расстояние

вытянутых рук от кончиков пальцев. Локоть состоит из двадцати четырех цифр, а фут - из шестнадцати цифр. Таким образом, столетия назад были заложены основы измерения пространства как искусства. Определенная часть человеческого тела была принята за стандарт длины и скопирована на деревянных стержнях и каменных плитах. Делители и кратные в целых числах были выведены из этого стандарта для удобства измерения сравнительно длинных или коротких линий. И все же на практике, даже столетие назад, многое оставалось ошибочным. Стандарты варьировались от страны к стране и от округа к округу. Небрежность при копировании мер в ярдах, износ отрезков дерева или металла, пренебрежение к учету возмущающего воздействия различных температур на используемые материалы - все это заставляло ученых искать стандарт измерения, на основе которого цивилизованный мир мог бы объединиться и который мог бы быть защищен от неточностей.

Метрическая система.

Здесь ведущую роль взяло на себя правительство Франции; в 1791 году оно назначило в качестве комитета Лагранжа, Лапласа, Борда, Монжа и Кондорсе, пятерых выдающихся членов Французской академии, выбрать естественную константу, из которой можно было бы вывести единицу измерения, которая при необходимости служила бы для сравнения или ссылки. Они выбрали сам мир, чтобы получить искомую единицу измерения, и организовали пешую экспедицию для определения длины квадранта, или четверти круга земли, от экватора до северного полюса, взяв за основу дугу меридиана от Дюнкерка до Барселоны, составляющую почти девять с половиной градусов, как часть требуемой кривой. Когда квадрант был измерен, как считалось, с абсолютной точностью, его десятимиллионная часть, *метр*, была принята в качестве нового стандарта длины. С тех пор наука и искусство измерения продвинулись вперед, и было обнаружено, что измеренный квадрант примерно на 1472,5 метра длиннее, чем сообщалось комиссарами в 1799 году. Более того, теперь известно, что форма земли ни в коем случае не одинакова при сравнении одного квадранта с другим; и даже конкретный квадрант может меняться от эпохи к эпохе как по контуру, так и по длине, поскольку планета сжимается при охлаждении, истирается ветром и дождем, поднимается или опускается при землетрясениях или прогибается под горами льда и снега в своих полярных зонах. Все это привело к разумному выводу о том, что нет никаких преимуществ в использовании квадранта вместо обычной единицы измерения, такой как конкретный металлический стержень, хранящийся в качестве стандарта для сравнения у национальных или международных властей.

Что придает метрической системе преимущество, так это простота и единообразие ее десятичной шкалы, являющейся неотъемлемой частью десятичной системы счисления и используемой для десятичной чеканки монет, как во Франции, Германии, Италии и Испании. Счетчик органично связан со всеми показателями длины, поверхности, вместимости, прочности и веса. Кубический сантиметр воды, взятый при таянии в вакууме при температуре 4 ° C, температуре максимальной плотности, равен *грамму*, из которого выводятся другие веса; этот *грамм* воды становится мерой вместимости, миллилитром, должным образом связанным с другими подобными показателями. Поверхности измеряются в квадратных метрах, твердые частицы - в кубических метрах. Простыми приставками являются: деци-, одна десятая; центи-, одна сотая; милли-, одна тысячная; дека-, умножающий единицу на десять; гекто-, на сто; кило-, на тысячу; и мирия-, на десять тысяч.

Еще в 1660 году Мутон, учитель-иезуит из Лиона, предложил метрическую систему, которая должна быть неизменяемой, поскольку основана на самом земном шаре. Уатт, великий

усовершенствователь паровой машины, в письме от 14 ноября 1783 года предложил метрическую систему во всех отношениях, подобную той, которую французские комиссары восемь лет спустя решили принять.

Морская миля в 2029 ярдов имеет честь быть первым стандартом, основанным на размерах земного шара. Предполагалось, что он измеряет одну шестидесятую часть градуса на экваторе; предположение было несколько ошибочным.

Использование уточненных измерений.

Лорд Кельвин, мастер в искусстве измерения, изобретатель электрических измерительных приборов высочайшей точности, будучи президентом Британской ассоциации содействия развитию науки в 1871 году, сказал: “Точное и мельчайшее измерение кажется ненаучному воображению менее возвышенной и достойной работой, чем поиск чего-то нового. Но почти все величайшие открытия науки были всего лишь наградой за точные измерения и терпеливый, продолжительный труд по тщательному анализу числовых результатов. Популярная идея великого открытия Ньютона состоит в том, что теория тяготения вспыхнула в его голове, и так было сделано открытие. Именно с помощью длинной цепочки математических вычислений, основанных на результатах, накопленных благодаря колоссальному труду астрономов-практиков, Ньютон впервые продемонстрировал силы, притягивающие планеты к Солнцу, определил величину этих сил и обнаружил, что сила, подчиняющаяся тому же закону изменения расстояния, притягивает Луну к земле. Тогда, как мы можем предположить, ему впервые пришла в голову идея *универсальности тяготения*; но когда он попытался сравнить величину силы притяжения на Луне с величиной силы притяжения тяжелого тела равной массы на поверхности земли, он не нашел согласия, которого требовал закон, который он открывал. Еще много лет спустя он не публиковал свое открытие в том виде, в каком оно было сделано. Рассказывают, что, присутствуя на заседании Королевского общества, он услышал, как читали доклад, описывающий геодезические измерения Пикара, которые привели к серьезной коррекции ранее принятой оценки радиуса Земли. Это было то, что требовалось Ньютону; он вернулся домой с результатом и начал свои вычисления, но почувствовал такое сильное волнение, что передал арифметическую работу другу; тогда (а не когда, сидя в саду, он увидел, как падает яблоко) он убедился, что гравитация удерживает Луну на ее орбите.

“Открытие Фарадеем особой индуктивной способности, положившее начало новой философии, стремящейся отказаться от действия на расстоянии, было результатом мельчайшего и точного измерения электрических сил.

“Открытие Джоулем термодинамического закона в областях электрохимии, электромагнетизма и упругости газов было основано на тонкостях термометрии, которые казались невозможными некоторым из самых выдающихся химиков того времени.

“Открытие Эндрюсом непрерывности между газообразным и жидким состояниями было разработано в результате многих лет кропотливых и тщательных измерений явлений, едва заметных невооруженным глазом”.

Требуются дальнейшие уточнения.

Именно имея перед глазами эти примеры, исследователи берут на себя труд взвесить массу в вакууме, понаблюдать за показаниями весов в телескоп с расстояния двенадцати футов или с помощью интерферометра разделить дюйм на миллион частей. Их единственное желание - приблизиться к истине настолько, насколько они могут, свести основания для

разногласий к нулю, и обеспечить точность всех вычислений, основанных на их работе. По мере того как искусство продвигается от плана к плану, оно требует новых тонкостей измерения, обнаруживает источники ошибок, о которых раньше не подозревали, и избегает этих ошибок с помощью хитроумных мер предосторожности. Современные наблюдатели искренне желают иметь средства измерения, превосходящие те, что есть под рукой. Возьмем, к примеру, астронома. Можно было бы предположить, что две наиболее удаленные друг от друга точки земной орбиты, разделенные примерно 185 000 000 милями, оставляют между собой достаточно места для базовой линии, с помощью которой можно измерить небесные пространства. Но на самом деле все обстоит иначе. Неподвижные звезды так далеки, что почти все они кажутся неизменными на своем месте, наблюдаем ли мы их 3 января или 3 июля, хотя за это время мы изменили нашу точку зрения на всю длину эллипса, описываемого Землей в ее движении.

Кроме того, химик теперь занимается анализом деликатеса, о котором сто лет назад не могло быть и речи. Его награда заключается в открытии огромного влияния, оказываемого примесями, столь незначительными по количеству, что они почти не поддаются количественному распознаванию. В экспериментах месье Гийома, о которых говорилось в другом месте, его единицей измерения на протяжении всех исследований была одна тысячная миллиметра, или $1/25{,}400$ в дюймах. Аргон, газ примерно на четверть тяжелее кислорода, составляет почти сотую часть атмосферы, и все же его открытие лордом Рэлеем датируется только 1894 годом. Его подвиг зависел не только от усовершенствованных методов измерения, но и от того, что он бросил вызов традиционному анализу обычного воздуха. Для обнаружения четырех элементов, связанных в ничтожных количествах с аргоном и обладающих аналогичной химической инертностью, потребовались максимальные ресурсы охлаждения, спектроскопии и измерений. Это гелий, имеющий плотность 1,98 по сравнению с 16 для кислорода; неон с плотностью 9,96; криптон с плотностью 40,78; и ксенон с плотностью 64. Сам аргон имеет плотность 19,96. “Воздух содержит, ” говорит сэр Уильям Рамзи, “ одну или две части неона на 100 000, одну или две части гелия на 1 000 000, около одной части криптона на 1 000 000 и около одной части ксенона на 20 000 000; они вместе с аргоном образуют не менее 0,937%. атмосферы. Как группа, эти элементы занимают место между сильно электроотрицательными элементами группы фтора и очень положительными электроотрицательными элементами группы лития. В силу отсутствия у них электрической полярности и бездействия они образуют, в определенном смысле, связующее звено между ними”.[25]

[25] “Газы атмосферы: история их открытия”. Третье издание, с портретами. Лондон и Нью-Йорк, Макмиллан, 1906.

Точное измерение как средство открытия.

Поскольку измерения становятся все более и более точными, они становятся важным средством обнаружения. Сэр Уильям Крукс говорит нам: “Хорошо известно, что в последние годы в остаточных продуктах, в шлаках, дымовой пыли и отходах различного рода часто обнаруживались новые элементарные тела, новые интересные соединения. Подобным образом, если мы тщательно исследуем процессы, происходящие в лаборатории или в природе, мы можем иногда обнаружить какую-нибудь незначительную аномалию, какое-нибудь непредвиденное явление, которое мы не можем объяснить и которое, если бы принятые теории были правильными и достаточными, не должно было бы происходить. Такие остаточные явления являются намеками, которые могут привести человека с дисциплинированным умом и законченным навыком манипулирования к открытию новых элементов, новых законов, возможно, даже новых сил; у необученных людей эти

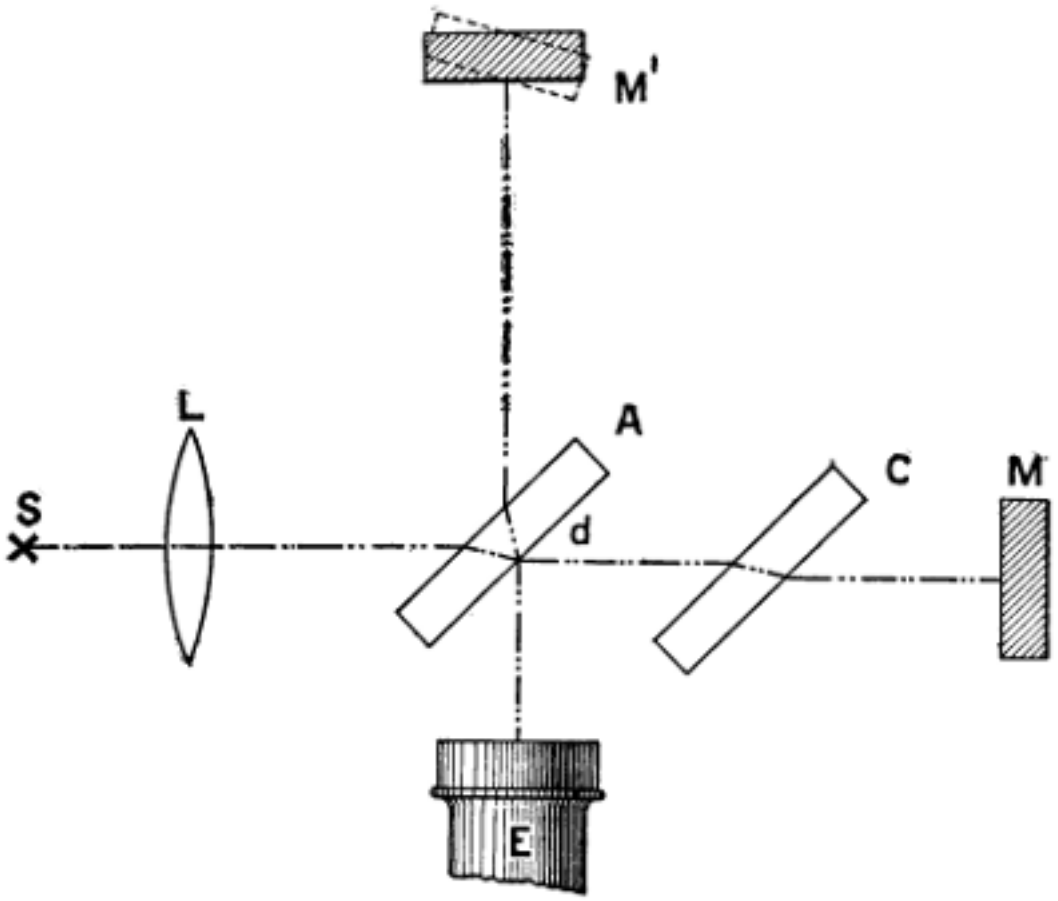
возможности просто отбрасываются. Неподготовленный физик или химик не в состоянии уловить эти наводящие на размышления проблески. Если они попадаются ему под руку, он игнорирует их, как шахтеры древности игнорировали руды кобальта и никеля”.[26]

[26] Журнал "Девятнадцатый век", Лондон, июль 1877г.

Это был остаточный эффект, который привел к открытию планеты Нептун. Поскольку орбита Урана была точно определена, Адамс и Леверье заметили, что после принятия во внимание возмущений со стороны всех известных тел осталось небольшое возмущение, которое, по их мнению, могло быть объяснено только существованием планеты, пока еще ненаблюдаемой. Эту планету немедленно искали и вскоре после этого обнаружили, доказав по массе и траектории, что она способна производить именно тот эффект, который требовал объяснения.

Фотография Кокса, Чикаго.

ПРОФЕССОР А. А. МАЙКЕЛЬСОН,
чикагский университет.



Интерферометр Майкельсона.

Уточненные измерения: интерферометр.

При измерении длины или движения наиболее совершенным инструментом является интерферометр, изобретенный профессором А. А. Майкельсоном из Чикагского университета. Это позволяет наблюдателю обнаружить движение на расстоянии одной пятимиллионной дюйма. Используемый принцип проиллюстрирован простым экспериментом. Если, бросив по камешку в каждый из двух центров, скажем, на расстоянии ярда друг от друга, в тихий пруд, мы создадим две системы волн, каждая из которых будет описывать серию концентрических кругов. Если при встрече волн гребни одной группы волн совпадают с впадинами другой группы, вода в этом конкретном месте становится гладкой, потому что одна группа волн разрушает другую. В этом случае мы можем сказать, что волны интерферируют. С другой стороны, если бы гребни волн от двух источников совпадали, они поднялись бы вдвое по сравнению с первоначальной высотой. Световые волны, посылаемые аналогичным образом из двух точек, могут аналогичным образом либо интерферировать и создавать темноту, либо объединяться для получения света двойной яркости. Эти чередующиеся темные и яркие полосы называются интерференционными полосами. Когда один из двух источников света перемещается через очень маленькое пространство, интерференционные полосы на расстоянии перемещаются через пространство настолько большее, что их легко наблюдать и измерять, позволяя наблюдателю вычислить короткий путь, по которому переместился источник света. В простейшей форме интерферометрасвет от любого выбранного источника, S, получается приблизительно параллельным в своих лучах с помощью двойной выпуклой линзы в точке L. Свет, падающий на стеклянную пластинку A, разделяется на два луча, один из которых проходит к зеркалу M, а другой отражается к M1. Лучи, отраженные от M1, которые проходят через A, и лучи, возвращенные

от M, отраженные в точке d, воссоединяются и могут наблюдаться в точке E. Чтобы обеспечить оптическую симметрию двух световых путей, между A и M. вставляется пластина C, точно такая же, как A. Когда расстояния от d до M и до M1 одинаковы, наблюдатель видит в белом свете центральное черное пятно, окруженное цветными кольцами. Когда зеркало M1 перемещается параллельно самому себе либо дальше от точки A, либо ближе к ней, полосы интерференции перемещаются поперек поля зрения в точке E. Смещение одной полосы соответствует перемещению зеркала M1 на половину длины световой волны. Подсчитав количество полос, соответствующих движению M1, мы можем выразить смещение в терминах длины световой волны. Там, где другими способами это расстояние можно измерить, можно определить длину световой волны. При интенсивном освещении ртутной трубки было подсчитано 790 000 полос, что составляет разницу в пути примерно в четверть метра.

Световая волна, искаженная при прохождении через нагретый воздух.

Было разработано множество разнообразных применений интерферометра, как, например, в термометрии. Тепла руки, поднесенной к светящемуся карандашу, достаточно, чтобы вызвать колебание контуров. Зажженная спичка показывает искривления, как показано здесь. Когда воздух нагревается, его плотность и преломляющая способность уменьшаются: отсюда следует, что если этот эксперимент провести в условиях, которые демонстрируют регулярное и измеримое смещение полос, то их движение будет указывать на температуру воздуха. Этот метод применялся для определения очень высоких температур, например, в доменной печи. Большинство металлов расширяются на одну или две части из 100 000 при повышении температуры на один градус по Цельсию. При исследовании небольшого образца общее изменение, подлежащее измерению, может составлять всего около $1/10{,}000$ inch, а, пространство, для восприятия которого требуется хороший микроскоп, но которое легко измеряется интерферометром. Это означает смещение, составляющее несколько полос, и оно может быть измерено с точностью до $1/50$ от полосы или меньше; таким образом, полное смещение может быть измерено с точностью до доли одного процента. Конечно, при использовании длинных стержней достигаемая точность намного выше.

Применение при взвешивании.

Интерферометр значительно улучшил показания весов. В ходе заслуживающего внимания эксперимента профессор Майкельсон обнаружил силу притяжения, которую свинцовый шар оказывал на маленькую сферу, подвешенную на рычаге хрупких весов. Величина этого притяжения при соприкосновении двух таких сфер пропорциональна диаметру большой сферы, который в данном случае составлял около восьми дюймов. Таким образом, притяжение маленького шарика на конце весов составляло ту же долю от его веса, что и диаметр большого шарика от диаметра земли, — что-то около одной двадцатимиллионной. Таким образом, сила, которую нужно было измерить, составляла одну двадцатимиллионную веса этого маленького шарика. В интерферометре приближение маленького шарика к большому приводило к смещению целых семи полос.

Для того чтобы этот инструмент давал наилучшие результаты, при его изготовлении необходимо соблюдать большую осторожность. Взлетно-посадочные полосы рамы точно выпрямлены по методу, разработанному мистером Ф. Л. О. Уодсвортом. Оптические поверхности плоскостей и зеркал в оригинальных конструкциях были выполнены мастером мистером Джоном А. Браширом из Аллегейни, Пенсильвания. Каждое зеркало не должно иметь неровностей размером более $1/880\,000$ дюймов, а противоположные грани зеркал должны быть параллельны в пределах одной секунды дуги, или $1/1\,296\,000$ части окружности.[27]

[27] Интерферометры различных конструкций производятся компанией William Gaertner & Co., Лейк-авеню, 5347, Чикаго.

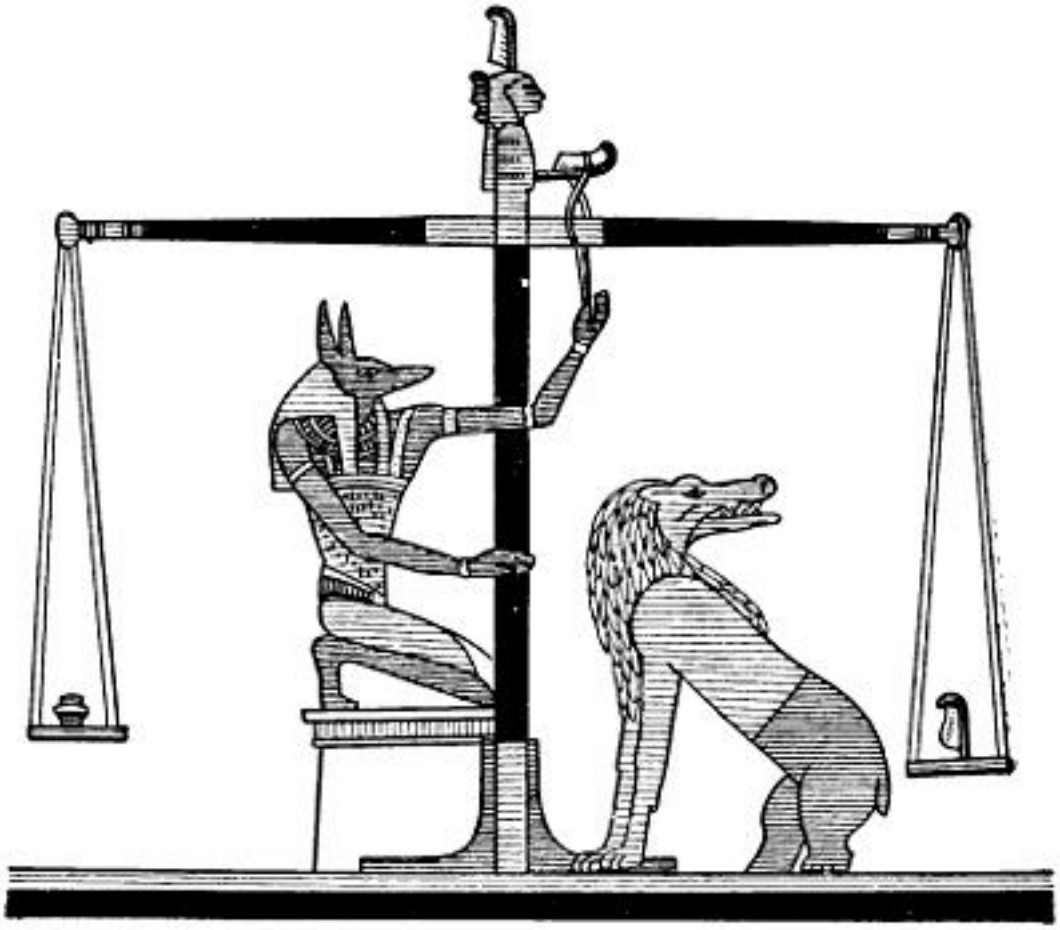
Световая волна как неизменяемая единица длины.

Теперь несколько слов о предположении профессора Майкельсона о том, что неизменная единица измерения может быть найдена в определенной световой волне, как это наблюдается в интерферометре. Всем известно, что каждый химический элемент горит своим собственным цветом. Когда мы видим красное пламя, вырывающееся из ракеты, мы знаем, что горит стронций; когда зеленый оттенок, это говорит нам, что горит медь, как когда колесо тележки соскакивает с электрического провода. Когда на эти источники света смотрят через точную стеклянную призму в спектроскопе, они образуют характерные спектры, и эти спектры по своим особенностям цвета показывают, какие элементы горят. В большинстве случаев лучи от элемента образуют очень сложную последовательность; исключением из этого правила является кадмий, металл, напоминающий цинк. Он испускает красный, зеленый и синий лучи; длины волн этих лучей профессор Майкельсон предлагает в качестве основы для определения металлических стандартов длины, принятых странами Европы и Америки. Он говорит: “В интерферометре у нас есть средство сравнения фундаментального стандарта длины с естественной единицей измерения — длиной световой волны — примерно с тем же порядком точности, который в настоящее время возможен при сравнении двух метровых тактов, то есть с точностью до одной части на двадцать миллионов. Эта единица зависит от свойств вибрирующих атомов излучающего вещества и светоносного эфира и, вероятно, является одним из наименее изменяемых качеств в материальной вселенной. Таким образом, если бы счетчик и все его копии были уничтожены, их можно было бы заменить новыми, которые не отличались бы друг от друга. Хотя такая одновременная катастрофа практически невозможна, ни в коем случае нельзя быть уверенным, что, несмотря на тщательно разработанные меры предосторожности, принятые для обеспечения постоянства, во всех стандартах не могут происходить медленные молекулярные изменения, изменения, которые было бы невозможно обнаружить, кроме как с помощью какого-либо метода, подобного представленному здесь ”.

Таким образом, благодаря механическим усовершенствованиям, каких мир никогда прежде не видел, некоторые из мельчайших единиц, открывающихся глазу, становятся основой любых измерений, достигая, наконец, тех космических диаметров, единственным проводником которых является сам свет. На заре спектроскопии многие сомневающиеся говорили: "Какая от всего этого польза?" С тех пор на их вопрос был дан исчерпывающий ответ, и на этом неожиданном этапе спектроскопическое исследование неважного металла может позволить получить единицу измерения идеальной стабильности. Подобные случаи наводят на вопрос: действительно ли какие-либо знания вообще бесполезны?

ГЛАВА XVII
ИЗМЕРЕНИЕ—*Продолжение*

Вес, время, тепло, свет, электричество измеряются с новой точностью. . . Точное измерение означает взаимозаменяемость конструкций и указывает путь к максимальной экономии. . . Бюро стандартов в Вашингтоне . . . Измерение в экспертном планировании и реформировании.

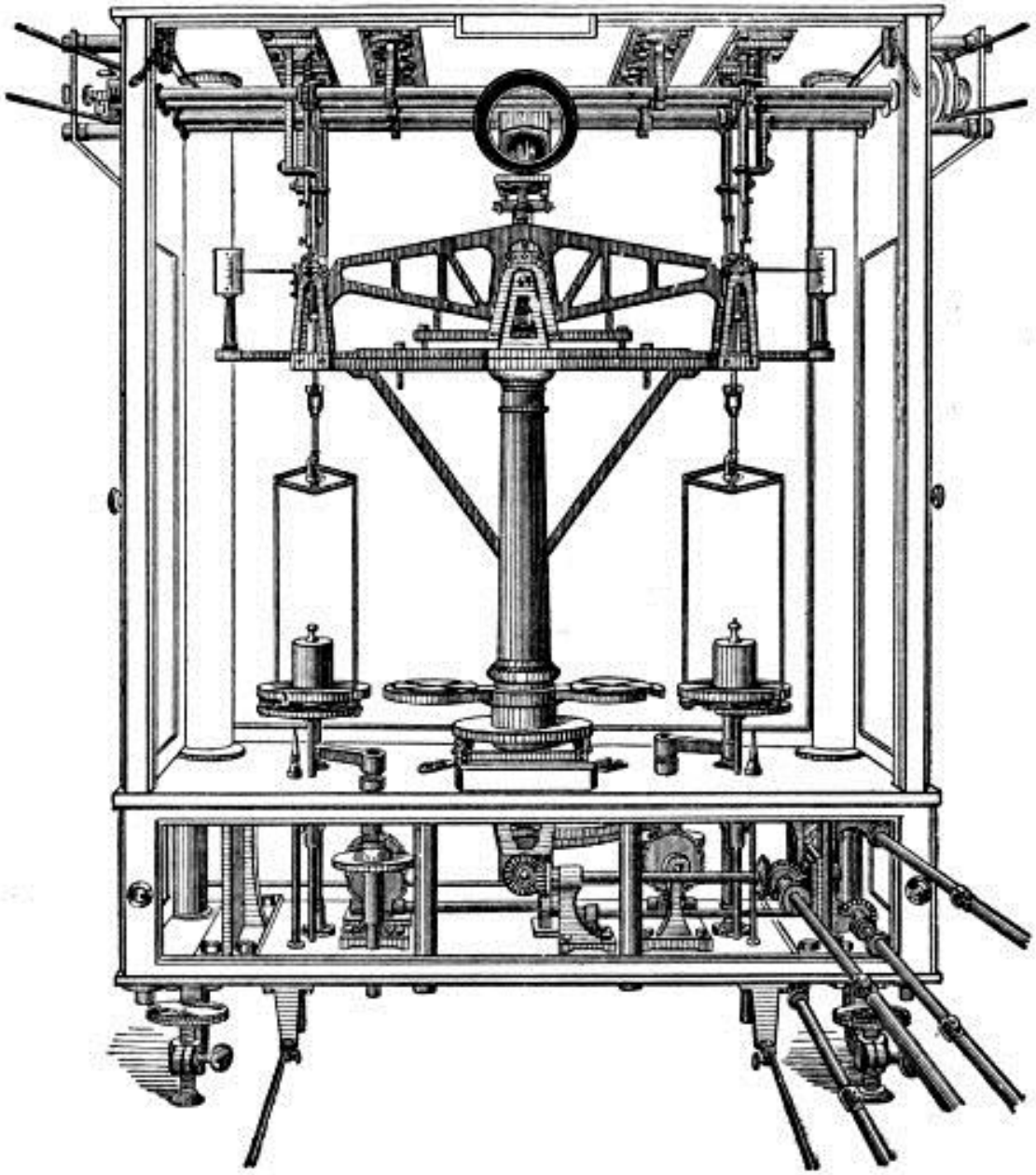


Древнеегипетские весы.

Баланс в измерении.

Наши деды предполагали, что торговля началась с бартера; мы смогли сделать еще один шаг вглубь истории и обнаружить, что бартер последовал за обычаем обмена подарками.

Этот обычай, распространенный среди проницательных и уважающих себя людей, в конце концов достиг определенной степени справедливости и привел к грубым и готовым способам взвешивания, которые постепенно совершенствовались. В Британском музее, на папирусе Хуннафера, жившего в Египте тридцать три столетия назад, мы изобразили хорошо сконструированные весы с равными рычагами, на которых перо перевешивает человеческую душу. В своих последовательных усовершенствованиях весы отражают прогресс многих искусств и наук и, в свою очередь, способствуют их развитию. Они должны быть изготовлены из металла или сплава, твердого, долговечного и не подверженного коррозии. Центр его движения должен быть немного выше центра тяжести; острие ножа должно иметь угол около 60 градусов. Приспособления должны облегчать подъем весового устройства, когда оно не используется, чтобы можно было избежать ненужного износа лезвия ножа, а также ненужной деформации всей конструкции. Воздушные потоки должны перекрываться подходящим футляром, или, что еще лучше, прибор должен быть заключен в ресивер, из которого полностью удален воздух. Гири, изготовленные со скрупулезной тщательностью из стандартного металла или сплава, должны быть защищены от взлома, истирания и коррозии, от грязи или других наростов. Взвешивание следует производить медленно, гири помещать в центр одной формы, предмет взвешивать в центре другой формы; чтобы исключить ошибки из-за неравенства длины рычагов, изделие взвешивают, а затем гири меняют местами. Платформа должна быть максимально прочной и жесткой, чтобы точно поддерживать свой уровень в любое время.



Баланс Рупрехта.

Еще в 1798 году были сконструированы весы с точностью одна деталь к 1 600 000; пятьдесят лет спустя была достигнута десятикратно большая точность; в наши дни достигнуты результаты, гораздо более удивительные. Прецизионные весы производства компании Messrs . Альберт Рупрехт и сын, Вена, показан на странице 220 в том виде, в каком он был предоставлен в 1902 году Международному бюро мер и весов в Севре, Франция. Он оснащен средствами для нанесения наименьшего веса платины с расстояния трех-четырех метров, чтобы избежать возмущений из-за тепла тела оператора. Гири можно перекладывать с одной сковороды на другую, а колебания наблюдать в телескоп с расстояния четырех метров. Эти весы определят $1/500$ миллиграмма при взвешивании массы в 500 граммов, или одной части на 250 000 000. Для составления таких балансов, а также балансов Пауля Бунге из Гамбурга, требуется от десяти до двадцати месяцев квалифицированного труда. Международное бюро мер и весов обладает чрезвычайно чувствительным балансом в Павильоне Бретей в Севре, где продолжается работа Бюро. Этот прибор измеряет разницу в силе притяжения земли для массы в один килограмм, когда этот вес перемещается ближе к центру Земли или дальше от

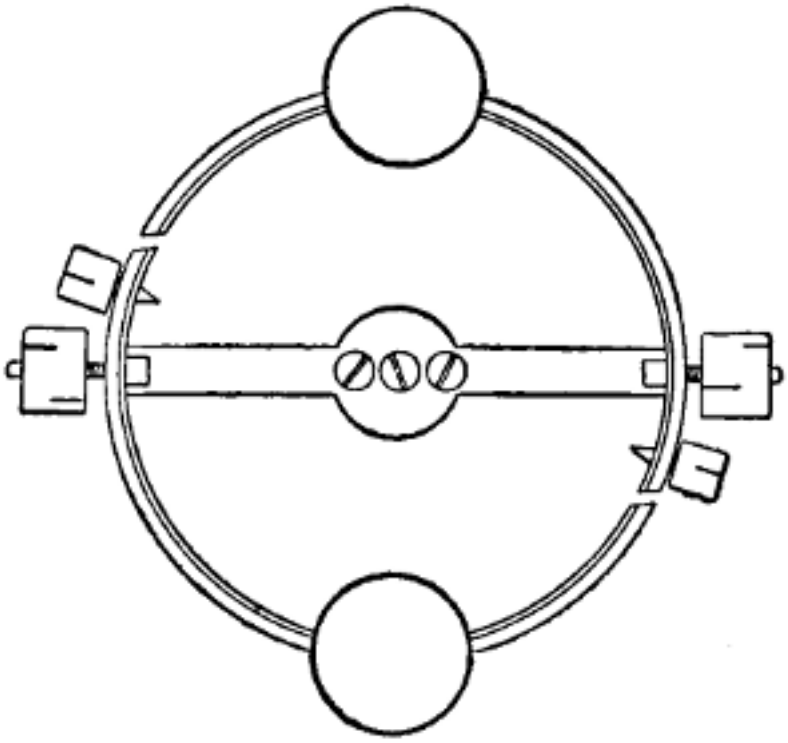
него всего на один сантиметр. Таким образом, размещение двух гирь общей формы, каждая по килограмму, одна поверх другой, и двух других гирь на другой сковороде рядом друг с другом привело бы к заметному различию в сравнении.

Измерение времени.

На самой заре цивилизации день, каким бы грубым он ни был, был разделен на части. Эти части, много позже, вероятно, в Вавилонии, стали теми двадцатью четырьмя часами, которые дошли до нас. Средство учета времени появилось впервые, по всей вероятности, благодаря измерению простой тени от палки - гномона, который до сих пор используется в качестве солнечных часов в наших садах. Затем появились песочные часы с падающим песком; клепсидра с капающей из кувшина водой; горение свечей определенной длины. Наконец было сделано величайшее открытие, что маятник заданной длины, если его удерживать в одном месте, совершает колебания с неизменным периодом, независимо от того, длинна или коротка дуга его движения. Традиция гласит, что в Аравии, примерно в 1000 году нашей эры, маятник использовался для отсчета времени. Допуская, что это правда, мы, тем не менее, должны отдать должное Галилею за его независимое открытие, сделанное им в начале семнадцатого века, когда он наблюдал за раскачивающейся лампадой Пизанского собора. В 1657 году Гюйгенс использовал маятник при изготовлении часов, которые, конечно же, демонстрировали новый подход к точности. В 1792 году Борда и Кассини усовершенствовали свои хронометры так, чтобы они были точны с точностью до одной части из 375 000, то есть до одной секунды за 104 часа. Ради портативности часы постепенно уменьшались в размерах, пока не превратились в наручные часы. Вместо маятника они были снабжены его эквивалентом - балансиром, поскольку Пьер Леруа обнаружил, что в каждой пружине есть определенная длина, при которой все колебания, большие или малые, совершаются примерно за один и тот же период. Для приведения в действие часы были снабжены заводными пружинами, качество и расположение которых постоянно улучшались.

Улучшено расписание.

Множество усовершенствований довели хронометриста корабля, обсерватории, железной дороги практически до совершенства. Его колеса, шестерни, балансиры изготавливаются автоматически, как в Уолтеме, штат Массачусетс, с точностью до $1/5000$ дюймов или даже меньше, благодаря великому изобретателю мистеру Дуэйну Х. Черчу. В современном часовом производстве используются самые прочные материалы, магнитные возмущения устраняются за счет использования сплавов, нечувствительных к магнетизму, а компенсированное балансирное колесо Earnshaw выдерживает воздействие колебаний температуры. Это колесо состоит из половинок, каждая из которых имеет почти полукруглую форму и прикреплена одним концом к большому диаметру. Его внешний обод, изготовленный из латуни, при нагревании расширяется больше, чем внутренний обод из стали. Таким образом, при повышении температуры колесо изгибается внутрь благодаря должным образом размещенным грузам, так что компенсируется снижение эластичности волосяной пружины, вызванное нагревом. Проводятся эксперименты, направленные на заметное улучшение процесса изготовления часовых механизмов за счет использования инвара, никелевой стали, практически не поддающейся тепловому расширению. Этот сплав уже используется для изготовления маятников с удовлетворительными результатами как в Военно-морской обсерватории, так и в Бюро стандартов в Вашингтоне. Это было описано на странице 169.

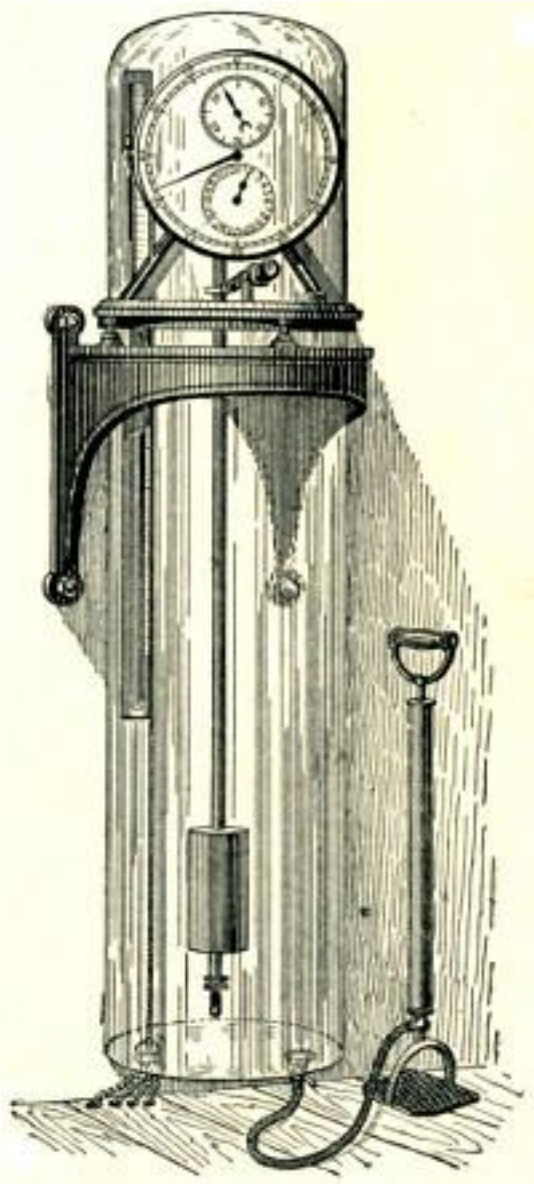


Балансировочное колесо с компенсацией Эршоу для часов.

Лучшие часы в мире.

В Парижской обсерватории стандартные часы работы Виннерля находятся в хранилище на глубине двадцати семи метров под землей. На такой глубине изменения температуры составляют менее одной пятой градуса в течение года, однако влияние барометрических изменений на ход часов оказалось серьезным. Этой трудности удалось избежать в Военно-морской обсерватории в Вашингтоне, поместив стандартные часы в герметичный корпус, внутри которого давление воздуха снижается до более низкого, чем когда-либо показываемое барометром на этом уровне. Чтобы избежать риска утечки воздуха через этот корпус, если бы он был проткнут движущейся осью, эти часы приводятся в действие грузиками, поднимаемыми электрически небольшой первичной батареей. Необходимый небольшой электрический ток не оказывает возмущающего воздействия на часы. Этот часовой механизм, оснащенный превосходным спусковым механизмом, был изготовлен Клеменсом Рифлером из Мюнхена.

В Обсерватории Школы прикладных наук Кейса в Кливленде, штат Огайо, другие часы Рифлера имеют среднюю погрешность всего 0,015 секунды в сутки. Это означает, что за год общая ошибка составляет не более 5,475 секунды, или одну часть из 5,760,000 из 365 дней. Такие ошибки, какими бы незначительными они ни были, доставляют немало хлопот, когда они нерегулярны, то есть когда часы идут то медленно, то быстро, причем явно беззаконным образом. Когда расхождения достаточно постоянны, их обычно можно отследить до их источника, что делает возможным применение средства правовой защиты.



Часы Рифлера.

Определение силы тяжести.

Маятнику, который совершает один оборот в секунду у основания высокой башни, потребуется на то же движение чуть больше секунды, если его поднять на вершину башни, поскольку тогда он находится дальше от центра земли. Еще большей будет разница в его периодах, когда он будет колебаться сначала у подножия горы, а затем на ее вершине. Таким образом, маятник - это средство определения силы тяжести в данном месте, и без ущерба для точности желательно, чтобы она была как можно меньше. В 1890 году профессор Т. К. Менденхолл, в то время суперинтендант Береговой и геодезической службы Соединенных Штатов, сконструировал маятник, вчетверо меньший по длине, чем использовавшиеся ранее, и отличавшийся поразительной точностью. Впоследствии были построены маятники, размеры которых были дополнительно уменьшены примерно до двух с половиной дюймов в длину, с периодами колебаний в одну четвертую секунды. Такие маятники легко переносятся на труднодоступные станции и использовались на вершинах высоких гор, включая Пайкс-Пик: их показания хорошо согласуются с показаниями более крупного и несколько громоздкого устройства, использовавшегося ранее.

Измерена температура.

Наиболее удобным средством измерения температуры является обычная стеклянная трубка, заполненная ртутью. Этот металл выбран потому, что он жидкий, а также потому, что его объем сильно изменяется при нагревании или охлаждении. Материалы с параллельной восприимчивостью используются для приборов, измеряющих интенсивность магнетизма или электричества, при этом рабочий сердечник прибора изготавливается из вещества, обладающего высокой чувствительностью к магнетизму или электричеству.

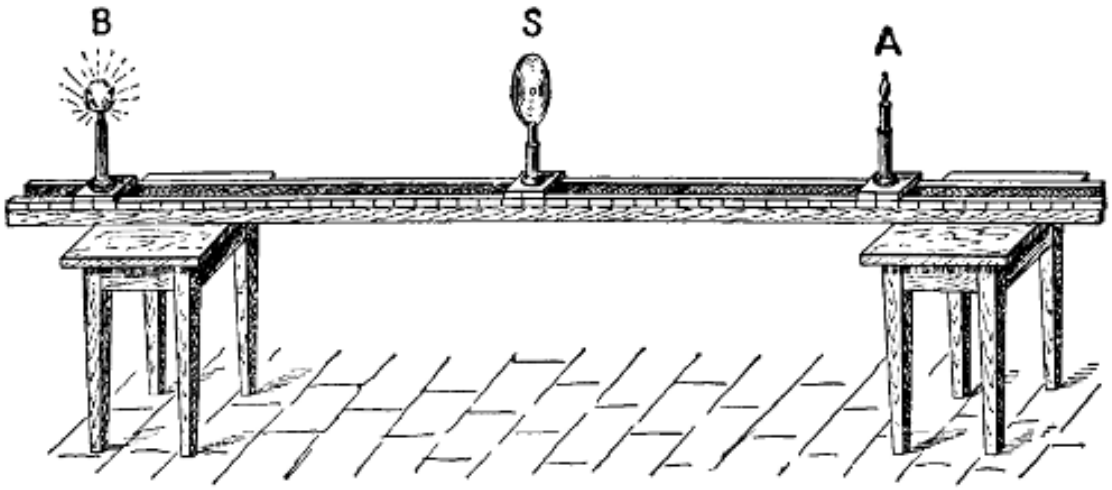
Ртутный термометр, при всем его удобстве, подвергается нападкам с нескольких сторон. Когда барометрическое давление повышается, колба сжимается; когда барометр падает, колба увеличивается из-за уменьшения атмосферного давления. Кроме того, когда градуированная трубка находится в вертикальном положении, ртуть создает повышенное давление, что приводит к ошибке. При любых температурах металл выделяет пар с натяжением, в верхних пределах которого наблюдаются заметные неточности. Само стекло, из которого изготовлен инструмент, при обычном составе самопроизвольно изменяет объем. Хотя это незначительный источник ошибок, их можно почти полностью избежать, используя боро-силикатное стекло с завода Schott & Genossen в Йене. В термометрах, помимо ртути, используются другие вещества с удовлетворительными результатами. Газообразный водород считается очень подходящим в диапазоне от -30 ° до 200 ° по Цельсию. Пентан используется при температурах, доходящих до -180°.

Но именно в сочетании с электричеством измерение тепла приобретает наиболее широкий охват и предельную точность. Давно было замечено, что нагрев металлического проводника увеличивает его сопротивление протеканию электрического тока; следовательно, измерение этого сопротивления в платиновом проводе служит для измерения его температуры. Инструментом, использующим этот принцип, является болометр покойного профессора С. П. Лэнгли из Вашингтона. Через полосу платины шириной всего $1/500$ дюймов и толщиной менее $1/5000$ дюймов непрерывно течет электрический ток. Когда на нее иногда падает излучение, видимое или невидимое, исходящее от звезды, полоса, нагретая всего на одну миллионную градуса, должным образом фиксирует этот факт. Прибор, модифицированный на основе радиометра Крукса профессором Э. Ф. Николсом из Колумбийского университета в Нью-Йорке, еще более чувствителен. Отработанный полый металлический блок имеет окно из флюорита, минерала, прозрачного для колебаний эфира в большом диапазоне частот. Внутри блока подвешено тонкое кварцевое волокно, поддерживающее горизонтальную перекладину, на концах которой прикреплены тонкие пластины слюды, почерневшие с одной стороны. Лучи, проходящие через флюоритовое окно, падают на почерневшую сторону слюды, которая параллельна и противоположна ей. Возникающее в результате повышение температуры заставляет лопасть вращаться против кручения кварцевого волокна. Угол кручения при достижении теплового равновесия измеряет интенсивность падающего излучения.

Другой принцип используется в электрических приборах, которые нагревают соединение двух различных материалов, обычно металлических, что приводит к возникновению электрического тока, который легко измеряется. Опыт показывает, что наиболее подходящими парами для температур от 300 ° C (570 ° F) до 1600 ° C (2900 ° F.) являются пары, разработанные М. Ле Шателье, одна половина которых состоит из чистой платины, а другая половина - из десятипроцентного сплава. девяносто процентов родия. платина. Такие инструменты незаменимы в тех областях, где используются высокие температуры. При производстве хлора методом Дикона или при обжиге фарфора чрезмерное изменение температуры всего на двадцать градусов может привести к полному отказу процесса.

Измерение света.

Вероятно, что примерно половина электроэнергии от динамо-машин Америки расходуется на лампы, и это лишь часть всех затрат на освещение, которое по-прежнему производится в основном нефтью и газом. Отсюда важность измерения света от ламп, форсунок и мантий различных видов, а также проверки эффективности плафонов и отражателей. Прежде всего, принимается решение о стандарте для сравнения. Великобритания приняла лампу Харкорта, потребляющую пентан, в качестве стандарта мощности в десять свечей, имея в виду старую свечу из спермацета. Германия использует амилацетатную лампу, представленную компанией Von Hefner Alteneck, в качестве стандарта для своей единицы освещения Hefner. Обе лампы имеют общую проблему, которая сопутствует любому горению: атмосферные условия, которые меняются от часа к часу, от места к месту, сильно влияют на интенсивность пламени. Следовательно, лампы накаливания, которые были сопоставлены с этими фундаментальными стандартами, используются в качестве рабочих стандартов. Они могут работать от постоянного тока заданного напряжения, и после ста часов использования их постоянство излучения в течение значительного периода является поразительным.



Фотометр. A - стандартная свеча. B - газовое пламя. S - выдвижная рамка.

Остановившись на стандартной свече или лампе, измерение освещенности требует особой осторожности и, в лучшем случае, никогда не сможет приблизиться к точности других лабораторных измерений. Было изобретено много фотометров, некоторые из них очень сложные, но наиболее часто используемый тип остается, по сути, простым прибором, давным-давно изобретенным Бунзеном. На раме, поддерживаемой подставкой S, натянут лист белой бумаги, в центре которого виднеется жирное пятно. Это пятно пропускает больше света и, следовательно, отражает меньше, чем немаркированный участок бумаги. Если лист сзади освещен сильнее, чем спереди, он кажется ярким на темном фоне. Если спереди он освещен сильнее, чем сзади, то на ярком фоне будет казаться темным. Когда с обеих сторон падает одинаковый свет, пятно становится невидимым, поскольку в этом случае оно не может казаться ни темнее, ни ярче окружающей бумаги. В самом простом случае сито помещается между стандартной свечой или лампой в точке A и измеряемым источником света в точке B: сито перемещается по градуированному предметному стеклу до тех пор, пока жирное пятно не исчезнет. Если экран находится в два раза дальше от B, чем от A, когда пятно исчезает, то яркость света B в четыре раза выше, чем у A; если бы экран находился в три раза дальше от B, чем от A, то яркость B была бы в девять раз выше, чем у A, причем

интенсивность света уменьшалась бы пропорционально квадрату расстояния до его источника.

Лампа с открытой дугой без отражателя посылает на землю довольно широкое кольцо ярких лучей; по обе стороны от этого кольца освещение слабое. Другие источники света также сильно различаются по яркости лучей, которые они испускают в различных плоскостях. Поэтому обычно измеряют свет от лампы как излучаемый во всех плоскостях или, по крайней мере, в ее главных плоскостях. Когда лампы накаливания подносят к фотометру, они, как правило, помещаются на шпиндель, вращающийся так быстро, что можно сразу определить их среднюю горизонтальную мощность свечей. Для измерения средней сферической интенсивности используется фотометр, разработанный профессором Мэтьюзом из Университета Пердью. Это устройство имеет ряд зеркал, расположенных полукругом вокруг лампы, отражающих весь принимаемый свет на одну поверхность.

Свет может быть очень ярким и в то же время быть нежелательным из-за своего цвета; мы все знакомы с тем опустошением, которое газовый свет может нанести оттенкам цветов и листьев, которые при солнечном свете прекрасны. На протяжении неисчислимых веков человеческий глаз видел при помощи солнечных лучей, и с незапамятных времен ему лучше всего помогает свет аналогичного качества. Простой прибор, спектрометр, отбрасывает на экран спектр ртутной трубки, лампы Нернста, мантии Вельсбаха или другого источника освещения и позволяет нам сравнить его со спектром солнечного света. Затем, как при нанесении светло-розового оттенка на мантию Вельсбаха, мы воздействуем на признаки анализа с большим облегчением для глаз.

Лампа накаливания или защитный кожух могут быть удовлетворительными как по яркости, так и по цвету, но возникает еще один вопрос: как долго прослужат нить накаливания или защитный кожух и в какой момент износа их следует выбросить? Тесты в течение первого, пятидесятого, сотого и других последующих часов покажут нам, насколько снизилась интенсивность. Момент, когда лампочку или кожух следует вывести из эксплуатации, частично зависит от скорости износа, а частично от цен на лампочки и ток, на кожухи и газ.

Едва ли менее важным, чем тестирование источников света, является исследование их отражателей и оттенков. Как правило, наши лампы слишком яркие, и во многих случаях они направляют свой свет не по назначению. Это обычная и абсурдная практика - покупать светильник стоимостью в доллар, а затем заменять его на шестьдесят центов толстым опаловым абажуром или абажуром из граненого стекла. Исследование с помощью фотометра показало, что многие популярные модели отражателей и плафонов наиболее неэффективны, в то время как те, что изготовлены из холофана, при соблюдении скрупулезной чистоты направляют свет именно туда, где он приносит наибольшую пользу, и с минимально возможными затратами энергии. Этой теме уделяется внимание на странице 78.[28]

[28] Капитальным трактатом на тему освещения и измерения освещенности является “Искусство освещения” Луи Белла. Нью-Йорк, издательство McGraw Publishing Co., 1902. 2,50 доллара. Ее автор (август 1906 г.) готовит новое и переработанное издание.

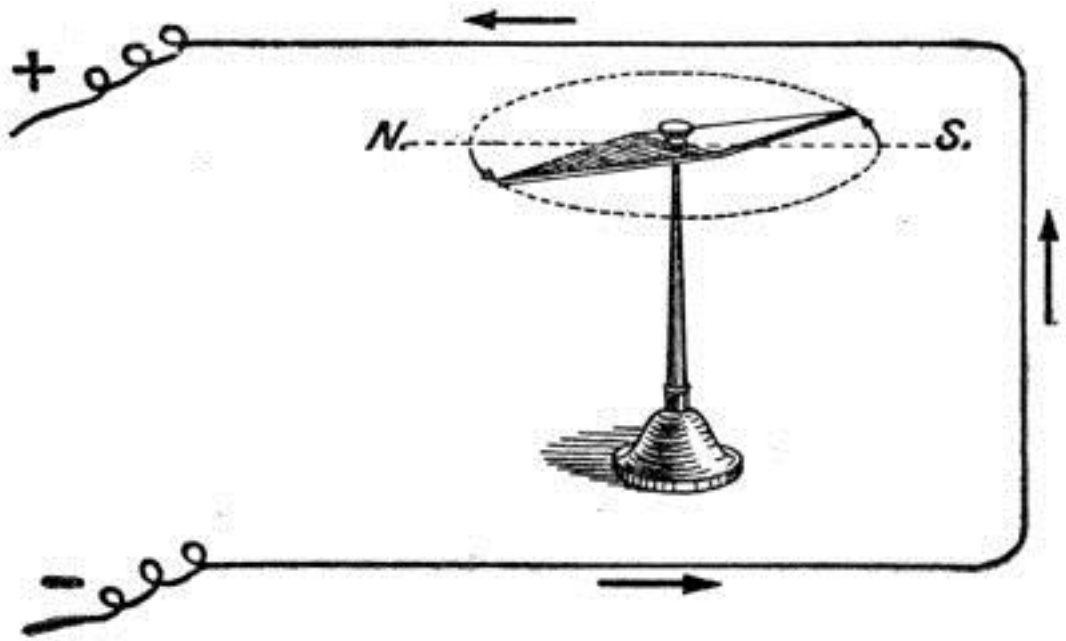
Небо как поле для измерений.

Небо было высшим полем для измерений, которые от века к веку становились все более совершенными. Профессор Уильям Стэнли Джевонс в книге “Принципы науки” говорит: “В Гринвичской обсерватории в наши дни сотая доля секунды не считается незначительной частью времени. Древние халдеи регистрировали затмение с точностью до часа, и даже

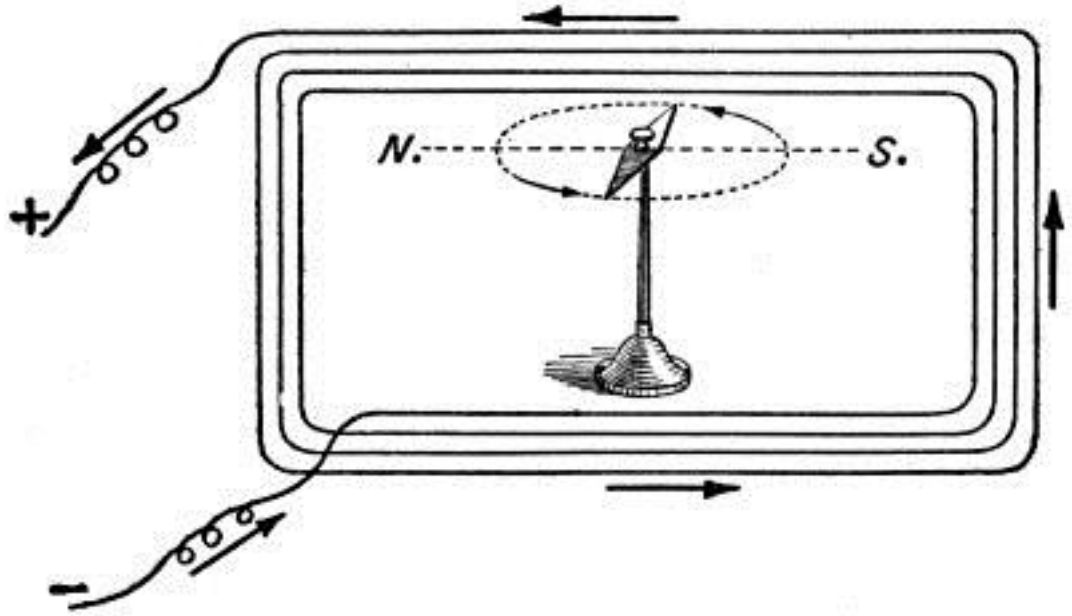
ранние александрийские астрономы считали излишним проводить различие между краем и центром солнца. С появлением астролябии Птолемей и более поздние александрийские астрономы смогли определять расположение небесных тел с точностью примерно до десяти минут дуги. Но в течение тринадцати столетий прогресс был незначительным, пока Тихо Браге не сделал первый большой шаг к точности, не только применив более совершенные инструменты, но даже в большей степени перестав считать инструмент правильным. Тихо, по сути, определил ошибки своих приборов и скорректировал свои наблюдения. Он также обратил внимание на влияние атмосферной рефракции и преуспел в достижении точности, часто в шестьдесят раз превышающей точность Птолемея.

Однако Тихо и Гевелий часто ошибались на несколько минут при определении местоположения звезды, и большим достижением Ремера и Флемстида было свести эту ошибку к секундам. Брэдли, современный Гиппарх, продолжил усовершенствование, его ошибки при прямом восхождении составляли менее одной секунды времени, а при склонении - менее четырех угловых секунд, согласно Бесселю. В наши дни средняя ошибка отдельного наблюдения, вероятно, сократилась до половины или четверти от того, что было во времена Брэдли; и дальнейшая чрезвычайная точность достигается путем умножения наблюдений и их умелого комбинирования в соответствии с методом наименьших квадратов. Некоторые из наиболее важных констант, например, величина нутации, были определены с точностью до десятой доли угловой секунды.

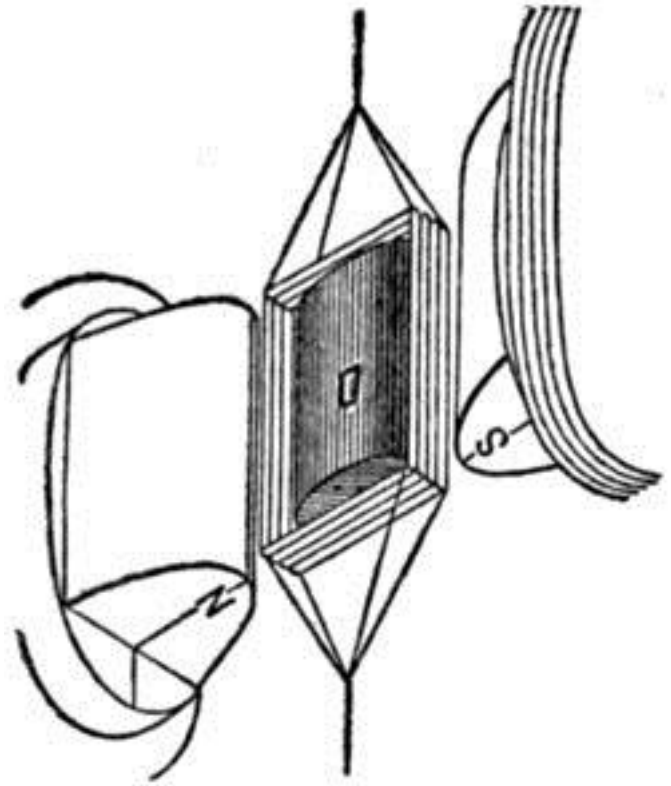
“Было бы очень интересно проследить зависимость этого огромного прогресса от внедрения новых инструментов. Астролябия Птолемея, телескоп Галилея, маятник Галилея и Гюйгенса, микрометр Хоррокса, оптические прицелы и микрометр Гаскойна и Пикара, транзитный прибор Ремера, квадрант Ньютона и Хэдли, ахроматические линзы Доллона, хронометр Харрисона и делительный двигатель Рамсдена — таковы были некоторые из основных дополнений к астрономическому оборудованию. В результате мы теперь принимаем к сведению величины $1/300\,000$ или $1/400\,000$, что является наименьшим из наблюдаемых во времена халдеев ”.



Стрелка компаса отклоняется под действием электрического тока, протекающего по проводу.



Стрелка компаса отклоняется электрическим током, проходящим по катушке.



Подвесная катушка с сердечником из мягкого железа D. N, S, магнитные полюса.

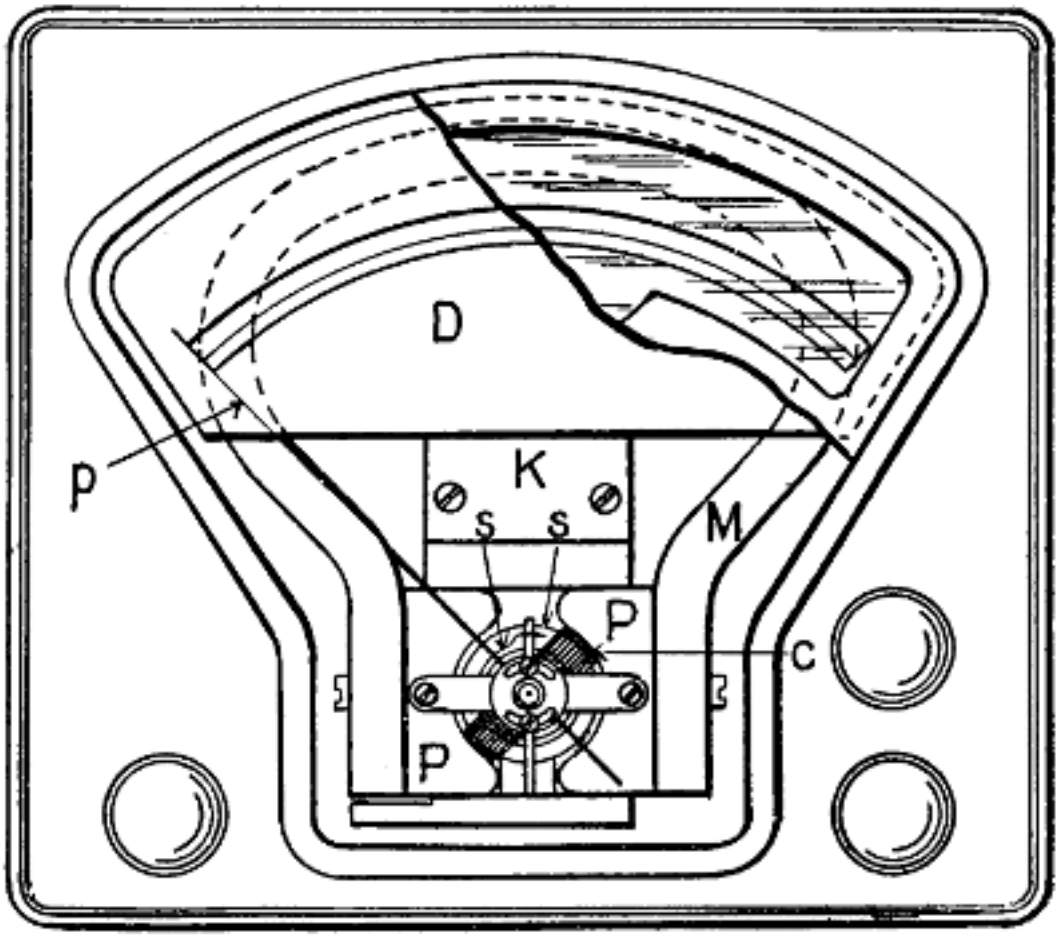
Измерено электричество.

Измерения астронома не менее важны, чем измерения электрика. Совсем недавно, в 1819 году, датский физик Эрстед опубликовал открытие, которое стало краеугольным камнем электротехники и на котором выросло искусство электрических измерений. Он заметил, что когда электрический ток проходит по проводу, ближайшая магнитная стрелка имеет тенденцию располагаться под прямым углом к проводу, причем отклонение меняется в зависимости от силы тока. Когда вместо провода для передачи тока используется катушка с надлежащей изоляцией, проявляются гораздо более решительные эффекты. Сначала в

измерителях тока, или гальванометрах, использовались простые стрелки компаса; они оказались неудовлетворительными. На них влияли колебания интенсивности земного магнетизма; и независимо от того, насколько тщательно была изготовлена стрелка, ее сила менялась от недели к неделе, от года к году; опять же, ток мог быть настолько сильным, что создавал магнетизм, подавляющий по сравнению с земным, и совершенно превосходящий измеряемую мощность стрелки компаса. Гальванометр, разработанный профессором Джеймсом Клерком Максвеллом, использует постоянный магнит или электромагнит, который является стационарным, между полюсами которого может свободно вращаться катушка, пропускающая измеряемый ток. Этот ток в случае океанского кабеля настолько слаб, что никакие другие средства индикации не помогут. Регистрирующим устройством Лорда Кельвина для такого кабеля является гальванометр, основанный на этом принципе. Чтобы сконцентрировать линии магнитной силы на вертикальных сторонах катушки, между полюсами магнита закреплен кусок мягкого железа D. Это железо намагничивается под действием индукции, создавая очень мощное силовое поле в крошечных промежутках между ним и двумя магнитными полюсами, через которые свободно перемещаются вертикальные стороны катушки. Инструменты такого рода, разработанные Д'Арсонвалем, известны под его именем.

Инструменты Уэстона.

Высококачественные приборы для электрических измерений со стационарными магнитами и подвижными катушками производятся компанией Weston Company, Уэверли Парк, Нью-Джерси. Их точность основана на нескольких важных открытиях доктора Эдварда Уэстона: во-первых, методе изготовления магнита, который действительно является постоянным и сохраняет свою первоначальную прочность в течение длительного времени; во-вторых, путем получения замечательной группы сплавов, которые при обычных колебаниях температуры практически не изменяют проводимость и которые создают лишь незначительное термоэлектрическое воздействие при соприкосновении с другими металлами в инструменте. Давайте посмотрим, как устроен вольтметр Уэстона, или измеритель электрического давления.



Вольтметр Уэстона.

Легкая прямоугольная катушка из медной проволоки C намотана на алюминиевую раму, закрепленную на украшенных драгоценными камнями подшипниках таким образом, чтобы она могла свободно вращаться в кольцеобразном пространстве между внутренним цилиндрическим сердечником из мягкого железа K и полюсными наконечниками P и P постоянного магнита M. Легкая алюминиевая стрелка p прикреплена к катушке и может свободно перемещаться по шкале D. Ток поступает в катушку через две спиральные пружины S и S, которые также служат для управления движением катушки. Когда ток проходит через катушку, динамическое воздействие между током и магнитным полем имеет тенденцию вращать катушку, и положение равновесия между этой силой и кручением пружин, указанное стрелкой, измеряет ток, проходящий через катушку. Поскольку магнитное поле практически везде неизменное, а кручение пружин пропорционально их прогибу, шкала практически однородна. Однако это не предполагается при их производстве, поскольку каждый прибор калибруется непосредственно по стандартам. Когда алюминиевая рамка перемещается в магнитном поле, внутри металла генерируются небольшие токи; они служат для гашения вибраций, так что стрелка останавливается почти мгновенно, без трения. Чтобы магнитное поле имело максимальную напряженность, воздушный зазор, в котором вращается катушка, сделан как можно более узким; это обеспечивается высочайшим мастерством изготовления и специально разработанными инструментами. Шарниры из закаленной стали отшлифованы и отцентрированы, как в лучшем часовом деле: катушка сбалансирована с помощью регулируемых гирь, так что в игру не могут вступать никакие силы, кроме электрических. В вольтметре Weston обычного типа максимальный ток, необходимый для полного отклонения шкалы, составляет всего 0,01 ампера. Для измерения изоляции сконструированы приборы с гораздо более высокой чувствительностью, которым

требуется всего 0,0006 ампера для того же отклонения. Вот и все для задачи измерения электрического давления.

Для измерения электрических токов, которые отличаются от давления, поскольку количество воды, текущей по трубе, отличается от давления этой воды, показанного на обычном манометре, можно использовать амперметр Уэстона или амперметр-измеритель. Он похож на только что описанный вольтметр, фактически являясь милливольтметром, приводимым в действие разницей в электрическом потенциале, или давлении, между выводами стандартного сопротивления, шунта, через который проходит определенная доля тока. Это похоже на то, как если бы измерялась известная часть стока реки, изучался объем всего потока.

Двумя основными сплавами, открытыми доктором Уэстоном и используемыми в его инструментах, являются манганин и никель. Сопротивление манганина примерно в двадцать пять раз превышает сопротивление меди и увеличивается примерно на 0,00001 с каждым градусом Цельсия, на который повышается его температура. Сопротивление никелина примерно в двадцать девять раз превышает сопротивление меди, и его сопротивление уменьшается примерно на 0,00004 с каждым градусом Цельсия, на который повышается его температура. Эти и другие сплавы, используемые в строительстве, тщательно обрабатываются и отжигаются в соответствии с методами, отточенными многолетним опытом. После вытягивания проволоки для инструмента ее волокна, находящиеся в состоянии неодинаковой деформации, подвергаются процессу искусственного старения, так что их сопротивление должно оставаться неизменным после регулировки. Приборы Weston основаны на международных вольтах и амперах, принятых Национальным бюро стандартов в Вашингтоне. Приборы обычного переносного типа имеют гарантированную точность одна деталь к 400, в то время как лабораторные стандартные полупортативные приборы имеют гарантию одна деталь к 1000. Вольтметры и амперметры Weston постоянно проверяются после многих лет активной эксплуатации и считаются исправными в гарантированных пределах точности.

Этот замечательный успех свидетельствует о важности вопроса о том, какие свойства необходимы материалу, из которого должен быть изготовлен инструмент? Получив надлежащий ответ на этот вопрос, перед исследователями встает задача предоставить эти материалы, чтобы они могли собрать их воедино в компактной и удобной форме.[29]

[29] Делая заметки для этой книги, автор посетил множество заводов. По дизайну, оборудованию и эксплуатации фабрика Weston является лучшей из всех и совершенно неподвластна критике. Достойны восхищения также образовательные и социальные особенности этого заведения.

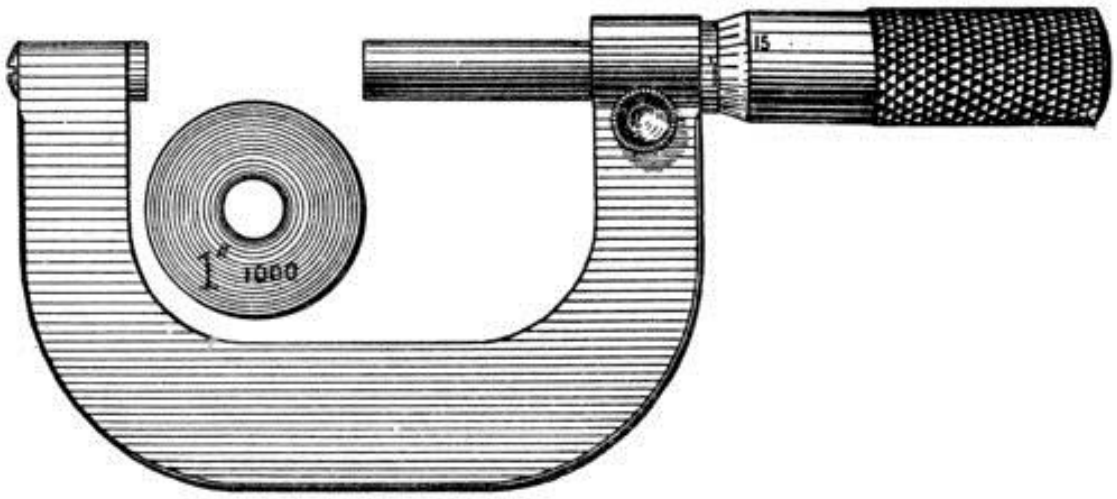
Бюро стандартов в Вашингтоне.

Будь то в лаборатории химика или физика, в механическом цехе или машинном отделении, каждое средство измерения должно основываться на стандартах, созданных с высочайшим мастерством и охраняемых с особой тщательностью. Для Соединенных Штатов эти окончательные стандарты во всем их разнообразии сведены воедино в Бюро стандартов в Вашингтоне, директором которого является доктор С. В. Стрэттон. Здесь представлены сохраненные копии международных метров и килограммов, принятых Указом президента в 1893 году в качестве основных единиц длины и массы; здесь также представлены стандартные ярды и фунты, имеющие фиксированные юридические отношения к международным метру и килограмму. Бюро готово определить длину любого стандарта до

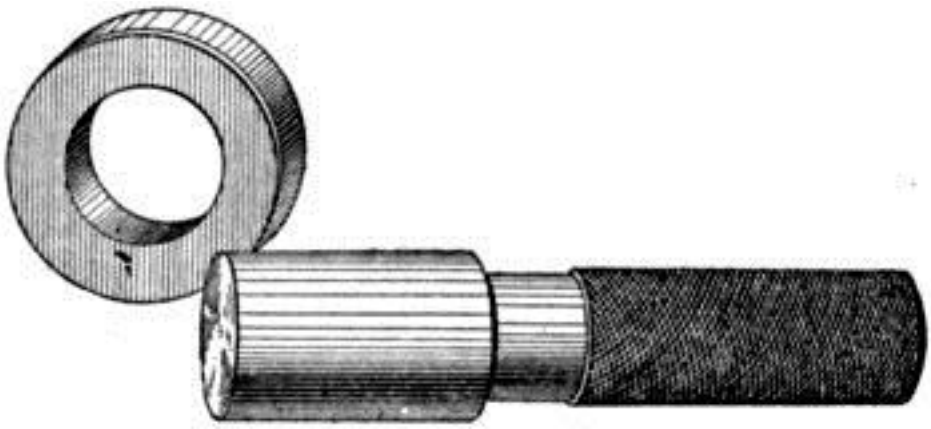
пятидесяти метров, откалибровать его подразделения и определить его коэффициент расширения для обычных температур. К чести американского мастерства следует сказать, что иногда микрометры, получаемые от ведущих производителей для использования в мастерских высшего класса, настолько совершенны в своих измерениях, что это приводит к максимальному расходованию ресурсов Бюро. Его прецизионные весы, разработанные Рупрехтом из Вены и Штукратом из Берлина, весят килограмм с точностью до $1/200$ долей миллиграмма, то есть с точностью до одной двухсотмиллионной доли от его нагрузки. В

В министерстве электричества сопротивление может быть измерено в диапазоне от $1/100\,000$ ом до 100 000 Ом. Здесь представлены вольтметры и ваттметры лучших типов. Магнетизм, быстро возникающий или исчезающий в сердечниках динамо-машин и двигателей, измеряется здесь с предельной точностью. В некоторых инструментах плавленый кварц использовался в качестве суспензии, поскольку его высокая эластичность и большая прочность позволяют вытягивать из него чрезвычайно тонкие нити. Доктор К. Э. Гут, ныне из Университета Айовы, возглавляющий секцию магнитных измерений, обнаружил, что волокна, одинаково пригодные для использования, могут быть получены из стеатита или мыльного камня, из которого изготавливают обычные газовые горелки. Толстые кварцевые нити легко ломаются при сгибании, нити из стеатита - нет.

В отделе термометрии, возглавляемом доктором Вайднером, проводится большая работа по тестированию клинических и других термометров для производителей. Весь диапазон измерения тепла покрывается приборами, приспособленными для регистрации максимально достижимых температур, пока мы не достигнем устройства, с помощью которого путем наблюдения за его освещением было установлено, что абсолютная температура электрической дуги составляет 3720 ° С. Измерения освещенности продолжаются в другом разделе. Здесь фотометр, разработанный г-ном Эдвардом П. Хайдом, сотрудником Бюро, достиг беспрецедентной до сих пор точности, составляющей одну часть к 200. Бюро располагает обширной мастерской, где постоянно разрабатываются новые конструкции усовершенствованного оборудования. За услуги от имени национального правительства или правительства любого штата Бюро не взимает никакой платы; с фирм и частных лиц взимается умеренная плата. В своем новом и адекватном помещении Бюро выполняет работу столь же авторитетную, как и любое подобное учреждение в мире.



Микрометрический штангенциркуль размером 1-1000 дюймов.
Brown & Sharpe, Провиденс.

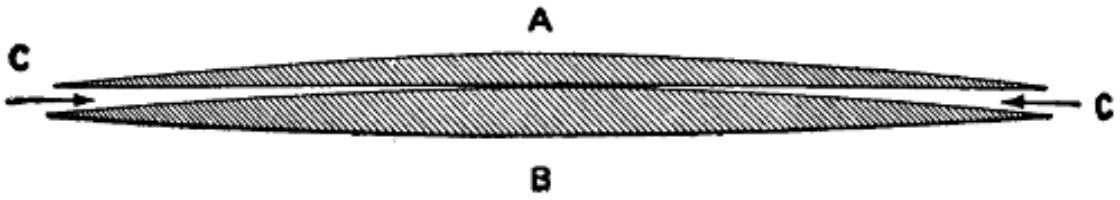


Вилка и кольцо для стандартных измерений.

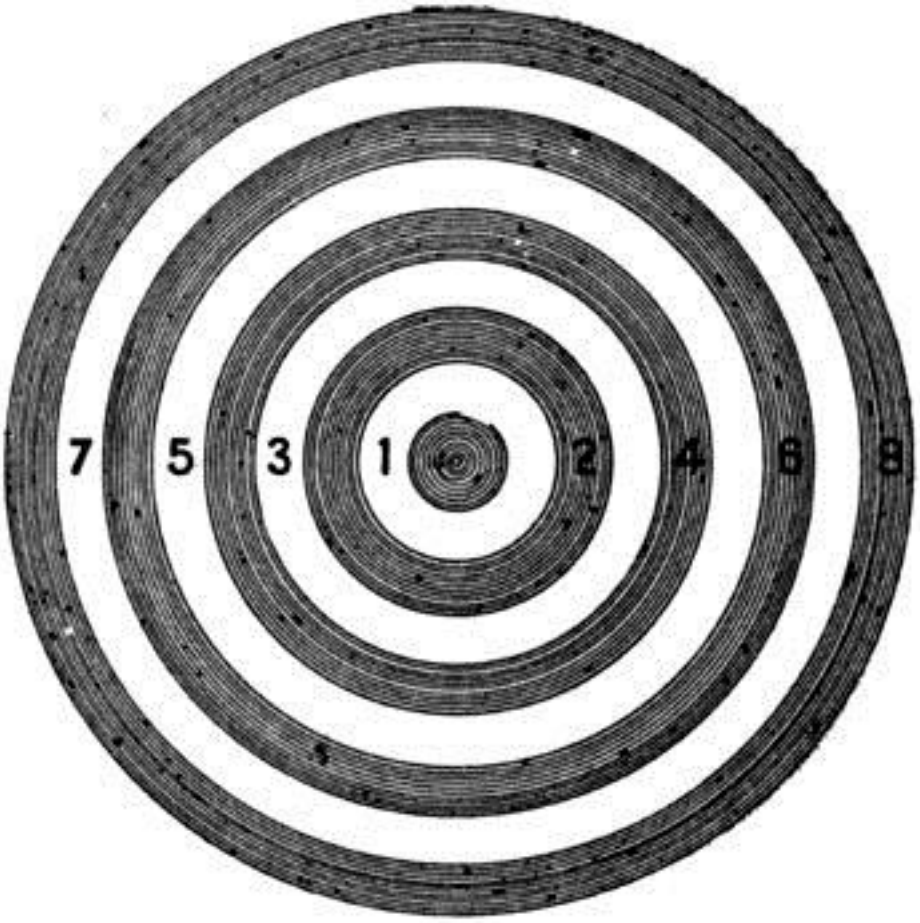
Точные измерения улучшают работу оборудования.

При производстве современных инструментов и оборудования обычным пределом допустимой погрешности является тысячная доля дюйма. Здесь показан микрометрический штангенциркуль, измеряющий этот предел. Шаг своего винт 40 до дюйма, и скошенные края винт-кольцо состоит из 25 частей, так что движение от одного деления до следующего принимает винта $\frac{1}{25}$ части $\frac{1}{40}$ дюймов, или $\frac{1}{1000}$. Продвинув уточнение еще на шаг, можно обнаружить $\frac{1}{10\,000}$ дюйма. Изготовить такой винт было просто невозможно на токарном станке, который использовался почти до конца восемнадцатого века, когда его оператор держал в руке долото. Неоценимое значение имело изобретение Генри Модслеем скользящей опоры, которая прочно удерживает инструмент, автоматически перемещая его по разрезаемому дереву или металлу. Смотрите иллюстрацию на стр. 96. Джеймс Уатт, когда он пытался усовершенствовать паровую машину, еще до изобретения ползуна, был сильно раздосадован и столкнулся с препятствиями из-за емкостей неправильной формы для пара, которые служили ему цилиндрами. Возможно, главной задачей, выполненной токарным станком, было его собственное усовершенствование, так что сегодня его инструменты легко обрабатывают поверхности с точностью до тысячной доли дюйма. Значительно большим достижением стало изготовление профессором Х. А. Роуландом практически идеального винта, который позволил ему править на вогнутых решетках площадью 5,9 квадратных дюйма, 110 000 линий с такой точностью, что погрешность между любыми двумя линиями, вероятно, составляет менее $\frac{1}{3\,000\,000}$ дюймов. Эти решетки позволяют видеть спектры гораздо более протяженные и четкие, чем те, которые можно наблюдать в спектроскопе, каким бы мощным он ни был. Вогнутые пластины, использованные профессором Роулендом, были изготовлены мистером Джоном А. Браширом из Аллегейни, Пенсильвания.

Измерение в значительной степени зависит от точных средств увеличения изображений объектов, рассматриваемых в телескоп или микроскоп. Инструменты для шлифования стекла сегодня имеют настолько изысканные очертания, что линза шириной сорок два дюйма показывает изображение звезды в виде неизмеримой точки. Именно прижимая друг к другу две линзы очень большого и известного радиуса, Ньютон измерил длины световых волн. С помощью однородных лучей, таких как лучи желтого света, последовательные кольца света и тьмы отмечали точки, в которых интервалы между его линзами были равны половине светового колебания или любому кратному ему. Измеряя эти интервалы, отмечая их расстояния от общего центра своих линз, он определил длину волны конкретного света, который он изучал.



Две линзы, спрессованные Ньютоном.



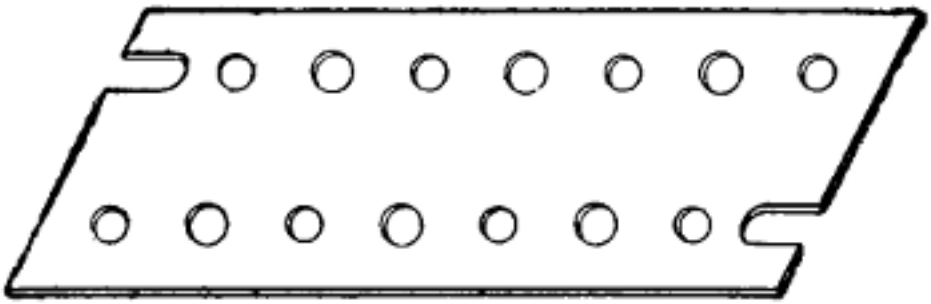
Кольца Ньютона, полученные при желтом освещении.

Взаимозаменяемость Старого и Нового.

Дешевое тиражирование продукции, столь широко распространенное в последние годы, зародилось задолго до христианской эры, когда в Вавилонии строитель впервые изготовил кирпичи в форме и позаботился путем тщательных измерений о том, чтобы на выходе были соблюдены одинаковые размеры. Поскольку любой кирпич соответствовал любому другому, изготовленному по той же форме, он привнес новую красоту и регулярность в архитектуру, он упростил расширение или ремонт стены, ворот, зубчатой стены. Так было впоследствии с черепицей, также изготовленной в формах, которую укладывали в качестве пола или крыши; и трубопроводами, также отлитыми в форму, для подачи воды или дренажа. Сегодня, когда домработница заменяет изношенную облицовку плиты, а печатник увеличивает свой запас шрифта, они наслаждаются прямым наследием от первых формовщиков кирпичей и изразцов, чашек и миск. На современной фабрике огромные суммы затрачиваются на производство оригинальных моделей, отлитых или скопированных, возможно, десять миллионов раз, так что их стоимость, в той мере, в какой она представлена в каждом

изготовленном крючке или рычаге, практически равна нулю. Большие затраты также связаны с изготовлением приспособлений, которые направляют инструменты, используемые в токарных или фрезерных станках для вытачивания корпусов вольтметров или сложного седла клапана. Мормышка может стоить сто долларов, и ее использование может потребовать редкой устойчивости рук, предельной остроты зрения; все это время жена оператора дома пользуется помощником, основанным на том же самом принципе. Что еще представляет собой бумажная выкройка, по которой она вырезает воротничок, фартук, детский слюнявчик?

В машиностроении впервые взаимозаменяемость деталей была введена генералом Грибовалем во французской артиллерийской службе примерно в 1765 году. Он разделил лафеты на классы и так расположил многие их детали, что их можно было установить на любой лафет того класса, для которого они были изготовлены. Эти детали были штампованы, а не выкованы. Следующий шаг в этом направлении был сделан в Америке, и, как и во Франции, его целью было совершенствование орудий войны. Эли Уитни, известный как изобретатель хлопкоочистительной машины, заключил контракт с правительством Соединенных Штатов на 10 000 единиц огнестрельного оружия. Он изготовил их почти полностью штамповкой. Он ввел оборудование для придания формы и, насколько это было возможно в то время, для окончательной обработки каждой детали. Он также использовал систему калибров, с помощью которой обеспечивалась однородность конструкции каждого произведенного пистолета. Следующим был Дж. Х. Холл из Харперс-Ферри, штат Вирджиния, который в 1818 году изготовил все аналогичные детали ружья такого размера и формы, которые подходили бы к любому другому ружью, улучшив некоторые важные детали.



Плоская насадка или направляющая.

Современный разработчик инструментов, приспособлений и станков заботится о том, чтобы детали, вызывающие наибольший износ, были легко снимаемыми и их замена обходилась дешево. Изношенный лемех заменяют за доллар или два, сохраняя плуг в целом практически новым. Если шестерня часов случайно выйдет из строя, ее продублируют в Waltham или Elgin за несколько центов.

Сегодня стержни, проволока, винты, болты, трубки, гвозди, листы металла изготавливаются стандартных размеров. Во многом то же самое относится к рельсам для железных дорог, балкам, проушинам для мостов и тому подобному. Таким образом, продукция любого завода или мельницы может быть использована для разборки по частям или для ремонтных работ, выполняемых любым другим подобным концерном. Более того, если метро или туннель нужно строить в спешке, два или более металлургических завода могут сотрудничать в изготовлении балок, колонн или чего-либо еще, не отклоняясь от обычных размеров. Сталелитейный завод в Пенсильвании изготовил каждую деталь для моста, возведенного в Африке, фабрики в Германии, штамповочного завода в Канаде. На Всемирном конгрессе электриков, проходившем в Чикаго в 1893 году, единицы измерения были приняты в качестве

международных стандартов, что стало заметным шагом на пути к принятию универсальных стандартов во всех отраслях машиностроения. Здесь прогресс в некоторой степени сдерживается фирмами и корпорациями, которые производят образцы, не всегда достойные защиты. Стандартные формы и размеры, особенно при производстве для мирового рынка, определяются только после тщательного обсуждения, чтобы они были выбраны разумно. Среди возможных форм и размеров рельсов, колонн, балок и прочего обычно лучше всего подходит одна или несколько. Почему бы не исчерпать все разумные средства определения того, какие из них подходят для конкретных задач, чтобы их можно было свободно выбирать? Тогда, если индивидуальность предпочитает свой собственный дизайн, позвольте ей делать это, зная, чего стоит поблажка.

Испытание показывает, как можно дешево укрепить бетон.

Измерения могут проводиться в строгом духе научных исследований, не направленных непосредственно на промышленные цели. Усовершенствованные таким образом методы все чаще применяются для решения крупных промышленных задач. Позвольте привести пример из области, кратко затронутой в этой книге, бетона как материала для строителя. Говорит мистер К. Х. Амстед из Вашингтона, Пенсильвания: —

“Многие тысячи тонн более тонких сортов камня из дробилок по всей стране отбраковываются инженерами для использования в бетонных фундаментах и стенах, предпочтение отдается песку по значительно возросшей стоимости. Я приготовил семьдесят два трехдюймовых куба из кварцевого песка и различных пропорций щебня, который отправлялся на свалку как непригодный для фундаментных работ, и подвергал их испытаниям на дробление в течение четырнадцати и двадцати восьми дней. Доля портландцемента была постоянной”.

Из таблицы результатов, составленной мистером Умстедом, выбраны следующие цифры; при сравнении данных для первого и третьего кубов они показывают, что при использовании шести фунтов отходов дробилки вместо пяти с половиной фунтов песка прирост прочности составил сорок три процента.

Песок			Портланд цемент Вода		Измельченный		мусор Деформация при сжатии		14 дней	28			дней 8
.5	фунтов.	4,5	фунта.	1		фунт.	нет	2850	фунтов.	на	кв. дюйм.	3670	6
	„	4,5	„	1		фунт.	3	фунта.	3120	„	„	„	5050	3
	„	4,5	„	1	.125	фунтов.	6	„	3620	„	„	„	„	5250

Вот и все о ценности теста для совершенствования важного производства.

Полный отчет мистера Умстеда появился в 1903 году в третьем томе бюллетеней, опубликованных Американским обществом тестирования материалов. Это Общество, секретарем которого является профессор Эдгар Марбург из Пенсильванского университета в

Филадельфии, связано с Международной ассоциацией тестирования материалов, одним из важнейших существующих агентств, предоставляющих инженерам достоверные данные.

Промышленное использование измерений.

Промышленные измерения приобретают новую и быстро расширяющуюся сферу применения. Чрезвычайно важно, чтобы железная дорога или пароход, фабрика или мельница были построены из лучших материалов наиболее экономичным способом, чтобы они были оснащены наиболее эффективными котлами, двигателями, машинами и лампами: по сути, чтобы каждый доллар был израсходован с максимально возможной пользой.

В Алтуне Пенсильванская железнодорожная компания располагает лабораторией для тестирования материалов, из которых изготавливается дорожное полотно, мосты, пути, подвижной состав, здания, телеграф и сигнальные системы. Каждый галлон масла, каждая лампа накаливания, ось автомобиля или плита котла, принятые Компанией, должны пройти надлежащую проверку в ходе непрерывной серии конкурсных экзаменов. Огромный масштаб закупок такой Компании, нагрузка на ее оборудование в связи с растущим объемом и скоростью обслуживания делают этот курс незаменимым. Возьмем другой случай, на этот раз в Нью-Йорке, в офисе компании "Интерборо" на Западной 59-й улице. Там каждый день сжигается изрядная порция угля, доставляемого на причал, и его тепловые установки используются в качестве основы для оплаты. При потреблении, которое может возрасти до 1500 тонн в день, эта мера предосторожности обязательна.[30]

[30] Геологическая служба США, Вашингтон, округ Колумбия, в 1906 году опубликовала отчет о заводе по испытанию угля на выставке в Сент-Луисе, штат Миссури, в 1904 году. Часть I, Полевые работы, классификация углей, химические работы. Часть II, испытания котлов. Часть III, испытания добывающего газа, коксования, брикетирования и промывки. Этот отчет, содержащий подробные таблицы и множество иллюстраций, представляет огромную ценность.

Pennsylvania R. R. Co., Филадельфия, в 1905 году опубликовала большой и красиво иллюстрированный том “Испытания локомотивов и экспонаты, Сент-Луис, 1904”. $ 5,00. Локомотивы представляли собой лучший американский опыт 1904 года. Каждая деталь конструкции и эксплуатации представлена в самой поучительной форме.

Компания продолжает испытания локомотивов в Алтуне, штат Пенсильвания.

С другой стороны, что не менее важно, определение ценностей происходит в лабораториях, тщательно организованных для этой цели сотрудниками, находящимися на службе у общества. В Соединенных Штатах первые по рангу такие лаборатории сгруппированы в Бюро стандартов в Вашингтоне. В ведущих университетах и технологических институтах по всему Союзу есть другие лаборатории, хорошо оборудованные для проведения химических, физических и инженерных испытаний. Например, в Массачусетском технологическом институте в Бостоне имеется Наждачное испытательное устройство для проведения испытаний образцов на сжатие длиной до восемнадцати футов и образцов на растяжение длиной до тринадцати футов. В Европе аналогичные учреждения дополняются лабораториями Совета по торговле в Лондоне, Центральной лабораторией в Париже, Рейхсанштаттом в Берлине. Лаборатории электрических испытаний, акционерный концерн, был создан в Нью-Йорке, на пересечении Восьмидесятой улицы и Ист-Энд-авеню, для решения аналогичных задач в той мере, в какой они относятся к области электричества. Его

направление в способностях и характере является авторитетным. Здесь представлены одни из лучших в мире приборов для испытаний проницаемости магнитопровода, света от ламп накаливания, дуговых или других электрических ламп, газовых горелок и мантий, степени, в которой отражатели и шары выполняют свое назначение, и так далее.

Вполне вероятно, что этот концерн будет скопирован в любом другом крупном городе Союза. При монтаже электрической установки недостаточно тщательного составления технических характеристик, необходимо, чтобы после поставки динамо-машин, двигателей, ламп и всего остального проводились проверки качества. Испытания должны быть непрерывными: предположим, что для конкретной задачи освещения выбраны лампы Нернста. Все это очень хорошо, но вопрос в том, какого качества каждая лампа? Покупатели в делах такого рода все чаще отсылают конкурирующих производителей к тестам, которые разрешают, как в суде последней инстанции, разногласия, которые они сами не в состоянии пройти. Эти тесты имеют первостепенное значение не только в продаже, но и в производстве. Если на заводе по переработке меди из одной и той же партии сырого металла получают два образца, электропроводность которых различается на тысячные доли, стоит знать каждую деталь, которая может объяснить, как был получен лучший образец. То же самое происходит при волочении проволоки, сплавлении свинца с другими металлами для подшипников скольжения и так далее.

Вполне вероятно, что вскоре обращение к авторитетным тестам станет повсеместным. Пройдет много лет, и мы увидим множество частных и государственных лабораторий для сравнения строительных и дорожных материалов, топлива, котлов, двигателей, станков, смазочных материалов, готовой продукции всех видов. В текстильной промышленности, например, много говорят об отходах, возникающих при смешивании добротной шерсти с некачественным хлопком из длинного штапеля и коротким хлопком низших марок. Пусть чистые и фальсифицированные ткани будут сравнены по износостойкости, а также пусть будут измерены эффекты чистки, отбеливания, окрашивания и механической стирки. В другой области профессор У. О. Этуотер многое сделал для определения питательной ценности продуктов питания: его труды вполне могли бы быть расширены на полный цикл, не исключая испытания популярных лекарств.

Экспертное планирование и реформа.

Сегодня инженеры mark занимаются не только проектированием электростанции, мукомольного завода, сталелитейного завода или другого крупного объекта, но и обследованием промышленных предприятий, созданных давным-давно и время от времени бессистемно расширяемых. Вооруженные шкалами, манометрами, индикаторами, вольтметрами, они подсчитывают стоимость лошадиной силы в час, фунта муки, медной проволоки или чего-либо еще. Они отмечают, что скорости могут быть повышены с прибылью, например, при использовании подходящих марок быстрорежущей стали. Они предполагают, как в литейном цехе можно внедрить модель, которая уменьшит механическую обработку; как можно использовать побочные продукты, которые сейчас выбрасываются. Они указывают на то, как качество может быть улучшено за счет внедрения новых машин, которые, кроме того, могут требовать неквалифицированного обслуживания вместо квалифицированного персонала. Исходя из широкого обзора всего американского опыта, они могут посоветовать метод выравнивания мощности в течение дня и в течение всего года, например, когда станция центрального освещения продает ток с большой скидкой в часы, когда лампы не горят, чтобы в такие периоды можно было производить лед

или восстанавливать аккумуляторы для использования в автомобилях и моторных лодках. Мистер Уилсон С. Хауэлл из Нью-Йорка несколько лет назад убедился, что одной из забытых отраслей экономики на станциях центрального освещения является поддержание равномерного напряжения. Ему удалось снизить колебания на многих заводах до беспрецедентной цифры в четыре процента. В результате он снизил ток, необходимый для лампы Эдисона, с 3,6 Вт до 3,1 Вт на свечу - мощность, позволяющая сэкономить одну седьмую. Мистер М. К. Эйр, другой известный инженер, когда-то возглавлял ламповый завод в Огайо. За четыре месяца он снизил себестоимость на сорок процентов. производя лампу высочайшего качества. Предприятие по производству электрического освещения и электроэнергии, которое в течение многих лет было убыточным, было передано в руки "Дж. Дж. Уайт Энд Компани" из Нью-Йорка, первоклассной инженерной фирмы. В течение нескольких месяцев недвижимость приносила значительный профицит; соотношение операционной прибыли к валовой снизилось примерно на тридцать процентов, а валовая прибыль увеличилась по сравнению с соответствующими месяцами предыдущего года почти на сорок процентов. Столь же поразительной экономии добилась фирма господ. Dodge & Day из Филадельфии. По запросу исследователи этой марки, целью которых является ликвидация отходов и повышение эффективности, выходят за рамки механических и инженерных деталей. Они могут указать, как можно получить необходимый оборотный капитал, как наилучшим образом увеличить объем продаж и, возможно, как можно осуществить экономическую консолидацию с другими подобными предприятиями. Почти всегда оказывается необходимым пересмотреть методы бухгалтерского учета, особенно в том, что касается определения себестоимости продукции в каждом подразделении. Исходя из накопленного опыта, могут последовать рекомендации относительно премиальных планов выплаты заработной платы и других методов выявления интересов работодателей и занятых.[31] Одобренные схемы обеспечения комфорта и благосостояния работающих людей также предлагаются консультантами, которые прекрасно понимают, что удовлетворенность - это большое достижение, что чистый воздух, хорошее освещение и максимально возможная безопасность вносят в баланс не меньший вклад, чем самые быстрые токарные станки или лучшая динамо-машина с заводом.

[31] Мистер Т. С. Хэлси является автором книги “Профсоюзный движение и проблемы труда”, опубликованной Ginn & Co., Бостон, 1905. Он рассказывает (стр. 284), как корпорация производила продукт снова и снова. И рабочие, и прораб были уверены, что рабочее время было минимальным. Был введен премиальный план выплат, в результате чего время сократилось на 41 процент. как результат.

ГЛАВА XVIII
ПРИРОДА КАК УЧИТЕЛЬ

Силы выбирают пути наименьшего сопротивления . . Доступность решает, где возникнут города . . . Растения отражают инженерные принципы в структуре. Уроки человеческого сердца, глаза, костей, мышц и нервов ... Тому, что сделала природа, может подражать искусство — в выделении кислорода из воздуха, в полете, в производстве света, в преобразовании тепла в работу . ... Уроки, полученные от низших животных ... Осы, умеющей пользоваться молотком.

Помимо бесконечного изучения форм и свойств, их постоянного взвешивания и измерения, изобретатель и его брат-близнец, первооткрыватель, обладают обширной сферой деятельности, которая сейчас ненадолго привлечет наше внимание. Эта провинция - не что иное, как Природа, которая начинает с того, что предлагает первобытному человеку камни для молотков, наконечников стрел, ножей; палки, которые служат дубинками, веслами, боронами или шестами для палаток. Мы вполне можем поверить, что низшие дикари всегда пользовались некоторой степенью выбора даже здесь; это был бы самый прочный и острый камень, который они брали в руки, когда требовался грубый топор. Если находили только тупые камни, то придание одному из них остроты делало первый шаг в искусстве, вознаграждаемый инструментом, столь же хорошим, как топор, найденный под рукой в каком-то более раннем задании. Природа не только многое дает помимо камней и палок, она фактически великий изобретатель, чьи подвиги могут побудить изобретателя достичь ее целей, если он сможет; его путь, вероятно, будет достаточно сильно отличаться от ее, когда он достигнет успеха.

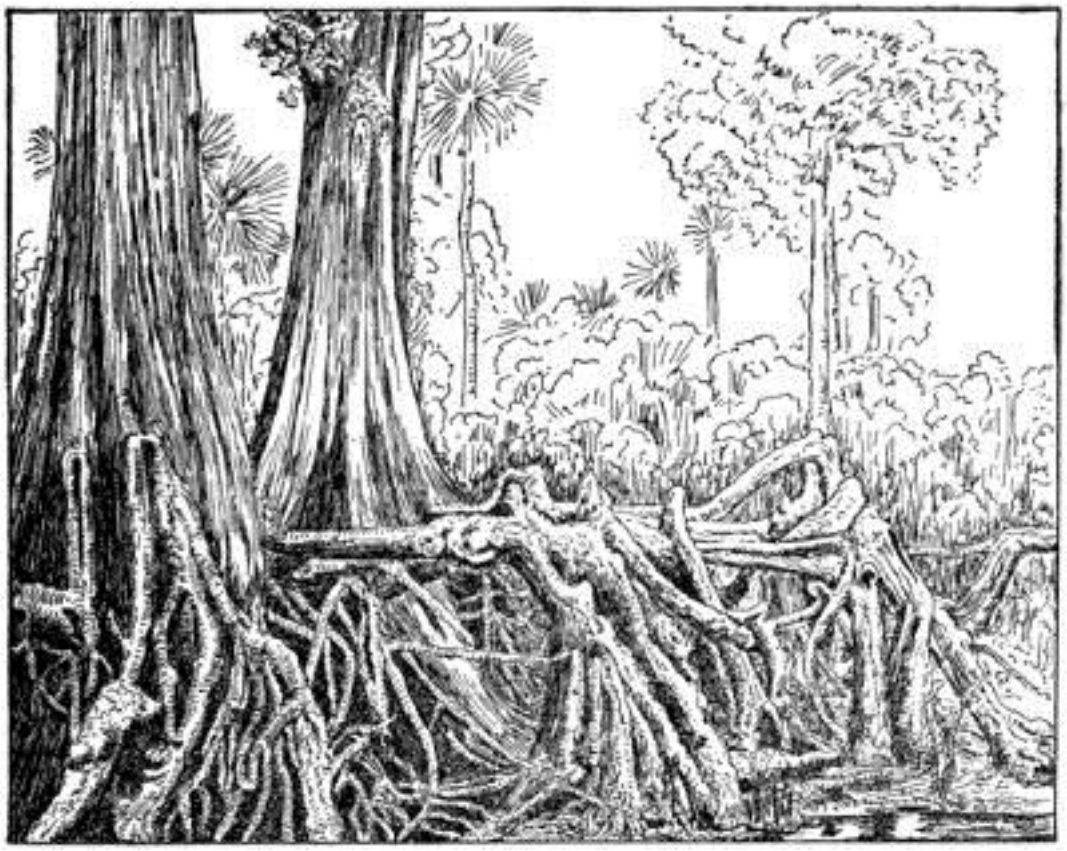
Силы выбирают самые легкие пути.

Когда одна капля дождя встречается с другой и они присоединяются к тысячам других на вершине холма, им не нужны путеводные столбы, чтобы показать им самый простой путь в долину. Они просто подчиняют его тихому притяжению силы тяжести. Когда молния проносится по небу, ее линии, какими бы хаотичными они ни казались, являются как раз теми путями, где электрические импульсы встречают наименьшее препятствие. Если вулкан, кипевший и пульсировавший веками, наконец разверзнет пропасть на таком несчастном берегу, как Мартиника, мы можем быть уверены, что именно в этом месте, и нигде больше, крышка могучего котла была самой легкой. Пещера в Кентукки или Вирджинии, медленно расширяющаяся и углубляющаяся за счет бесчисленных ручейков, которые растворяют ее известковые стены, в конце концов приходит к полному обрушению: брешь отмечается именно там, где одна унция слишком сильно надавила на крышу в самом хрупком месте. В этих случаях, как и во всех других, какими бы сложными они ни были, материя неизбежно движется по пути наименьшего сопротивления. Имитировать такую экономию усилий - от начала до конца задача изобретателя.

Города и дороги.

Дожди, ветры и морозы в своем изображении земли выбрали самый легкий путь; делая это, они случайно обозначили лучшие пути для человеческих стоп, указали лучшие места для жилищ людей. В условиях напряженной обороны пуэбло может вырасти на вершине отвесного утеса в Нью-Мексико, но Париж и Лондон, как и Рим, должны иметь все дороги, ведущие к их воротам; и чем проще и короче эти дороги, тем больше и сильнее станет город. Там, где сейчас находятся Нью-Йорк, Монреаль, Чикаго и Питтсбург, индейцам давным-давно хватило ума основать хорошие поселения. Они знали, так же как и их белые преемники, преимущества легко проходимых путей и не дольше, чем это необходимо. В этом отношении в начале строительства железных дорог в Англии наблюдался поучительный контраст. Ведущий инженер, проектировавший одни из первых английских железных дорог, обладал сильными математическими способностями: он старался соединять конечные пункты своих маршрутов линиями настолько прямыми, насколько это было возможно. Джордж Стивенсон, со своей стороны, не обладал никакими математическими изысками, но вместо этого обладал большим здравым смыслом; его линии повторяли русла рек и долин и, насколько это было возможно, придерживались главных углублений моря. Его дороги сильно отклонялись от прямой, но делали это с пользой; в то время как линии его академического

соперника, неуважительно относившегося к намекам и указаниям природы, были гораздо менее приятными с точки зрения инвестора. Если путешественник поедет по Центральной железной дороге Нью-Йорка и Гудзон-Ривер из Нью-Йорка в Буффало, он проедет 143 мили на север, до Олбани, прежде чем вообще начнет двигаться на запад. Тем не менее, эта линия, проходящая по густонаселенным уровням долин Гудзона и Могавка и обслуживающая череду расположенных в них городов, поселков и деревень, пользуется наибольшим спросом и обеспечивает лучшее время между своими терминалами, чем любой конкурирующий маршрут, потому что она проходит в обход, а не через холмы и горы. В качестве контраста обратимся к железнодорожной карте России и посмотрим, как Москва и Санкт-Петербург соединены линией, идущей вдоль дороги, которую, как говорят, Петр Великий, ввиду военной необходимости, проложил карандашом и линейкой.

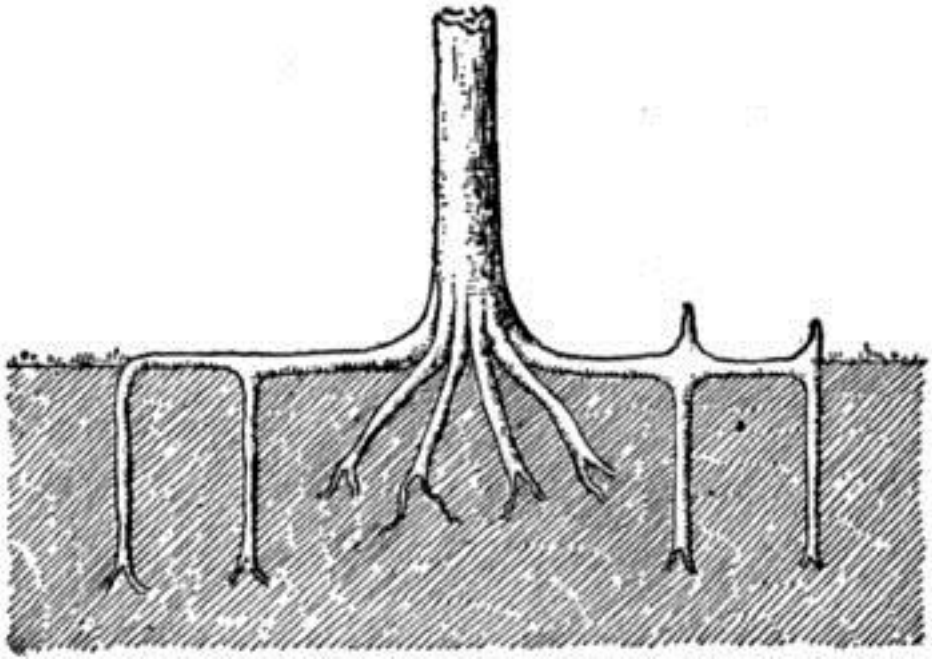


Кипарис листопадный, *Таксодиум дистихум*.

Инженерные принципы в растительности.

Если перед инженером расстилается множество золотых намеков на холмы и долины, ручьи и океаны мира, не менее плодотворным будет изучение того, что происходит непосредственно под поверхностью земли, где корни зерновых и кустарниковых растений, тростника и дерева обретают жизнь и форму. Посадите зернышко пшеницы в землю и обратите внимание, как его корешки пронизывают почву, всегда отходя от кончика. Им не нужен садовник или ботаник, чтобы приказывать им удлиняться и утолщаться там, где в основном изобилует пища. На засушливой равнине Аризоны виноградная лоза в пересохшей земле опускается так низко и так широко распространяет свои волокна, что вскоре под дрейфующими песками вырастает в десять раз больше, чем над ними. На плодородной, хорошо поливаемой почве та же лоза опускается менее чем в два раза

дальше, но дает больший прирост. Лысый кипарис на болотах Флориды одинаково хорошо реагирует на различное окружение. Отыскивая пищу у поверхности, его корни располагаются горизонтально, на небольшой глубине в почве. Любой ветер, который колышет эти корни, способствует их бережливости и укрепляет их опору. В болотной воде плавает огромное количество полезных веществ. Захватывая его и получая таким образом питание, корни развивают “колени”; они так прочно защищают дерево от бурь, что вызывают восхищение инженера. Когда потомство этого кипариса растет на хорошо дренированной земле, колени не появляются, в то время как корни в пределах суженного участка уходят глубоко. Таким образом, просто делая то, к чему побуждает его окружение, дерево действует так, как если бы оно обладало разумом, как если бы оно сознательно видело и выбирало то, что принесет ему наибольшую пользу.



Лиственный кипарис, гипотетическая диаграмма.

Лесорубы на Севере наблюдают почти такую же отзывчивость. В сосновой роще они замечают, что деревья, стоящие близко друг к другу, высокие и цилиндрической формы. Когда все сосны, кроме одной, в группе будут срублены, у этой сосны быстро утолщится нижняя часть ее ствола благодаря усиленному действию ветров, подобно тому, как мышцы утолщаются от физических упражнений.

Повышение оперативности реагирования.

То же самое происходит и с отзывчивостью, когда мы смотрим на жизнь растений в целом. По мере того как черты кустарника или дерева закладываются в его семя, многие тысячи импульсов сливаются воедино. Неудивительно, что их нежный аккорд и уравновешенность немного отличаются от тех семян, из которых проросли родители. Предположим, что эти родители - кактусы и что у потомства необычно широкий стебель с меньшей поверхностью, чем у любого другого растения в своей группе. На почве, редко освежаемой дождем, этот кактус имеет наилучшую опору и сохраняет ее с наибольшей силой. Песчаные бури, которые убивают менее крепких собратьев, поражают его напрасно, так что его вид размножается. Везде, где такое новое свойство, как это, дает растению преимущество, оно удерживает поле, в то время как его соседи гибнут. Таким образом, возникает высокая премия за каждую полезную вариацию, будь то новая плотная форма, едкость, отпугивающая паразитов, или

сила, которая легко прокладывает путь сквозь обожженную солнцем землю. Следовательно, такие новые признаки как бы улавливаются и становятся отправными точками для новых разновидностей, а со временем и для новых видов. Около ста лет назад садовод представил себе клубневую бегонию, а затем шаг за шагом продвигался к ее созданию, размножаясь из каждого цветка, который изменялся в желаемом им направлении. Этот человек и все его сородичи, которые пополнили наше богатство культивируемыми цветами, не более чем скопировали законы природы, которые в конце веков даруют бесплатно каждый полевой цветок и живую изгородь. Если современный ботаник является мастером пластического искусства, то таким же мастером является и скотовод, который рисует мелом на двери сарая очертания пчелы, которую он хочет вырастить, а затем сразу же намечает спаривания, которые получаются у изображенного им животного. Искусственный отбор, подобный этому, в конце концов, является лишь имитацией естественного отбора, который вывел лошадь от предка размером чуть больше лисицы в ответ, век за веком, на изменение пищи, климата, врагов и потребностей ее хозяина-человека.

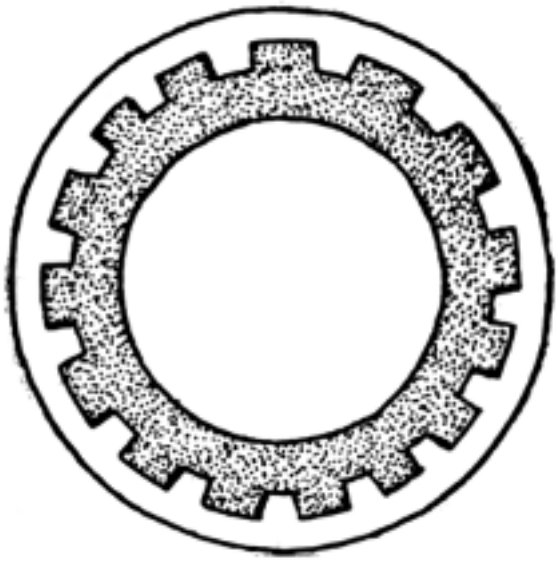
Простор для подражания.

Области, далекие от областей деятельности натуралиста, столь же поучительны. Изобретатель ставит перед собой цель с осознанной целью, а затем ищет средства для достижения этой цели, но в лучшем случае его методы могут быть расточительными и несовершенными. Природа, не торопясь, действуя просто за счет качеств, присущих ее материалам, за счет их исключительной способности к сочетанию, взаимной приспособляемости, показывает первооткрывателю результаты, понимание которых даже в малой степени требует его самого острого ума, или демонстрирует ему структуры, порой недоступные его умению анализировать, не говоря уже о том, чтобы имитировать. Механическое искусство, действительно, по большей части является копией природы, например, когда строитель повторяет способ нахождения камней в пещерах, на гребнях у края утеса или в слоях, лежащих в основе местности, и все это способствует постоянству формы, стойкости к истиранию песком или растворяющей воде. Что обеспечивает стабильность маяка, как не повторение его контура стволом дерева? Двигатели и машины напоминают тело животного, перемалывая руду так же, как зубы перемалывают орехи, поднимая воду, когда сердце перекачивает кровь по артериям и венам, и повторяя в механизмах из латуни и стали ловкость пальцев, удары кулаков. Когда изобретатель создает двигатель для перемещения огромного корабля по морю, он создает двигатель, значительно превышающий его собственную раму, но значительно уступающий в экономичности. При температуре, немного превышающей температуру летнего бриза, человеческий механизм преобразует энергию топлива в механический труд: для выполнения той же задачи, но с меньшей эффективностью, паровой машине требуется пламя, достаточно сильное, чтобы расплавить железные решетки.

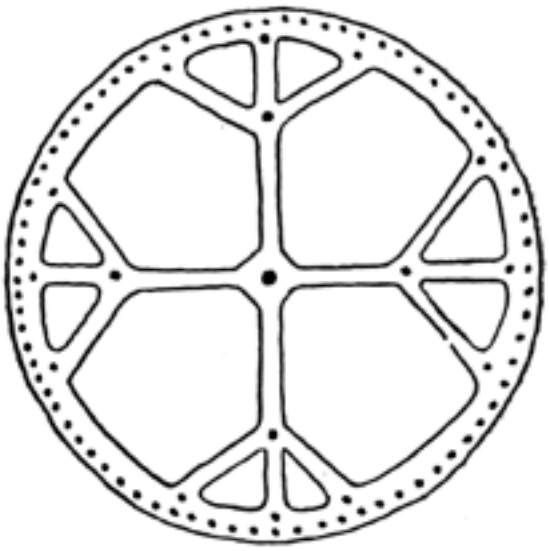
Тепло дорого, поэтому его сохранение - это искусство, которому стоит научиться. В пепле, разбросанном по горящей лаве, природа давным-давно рассказала нам, как можно защитить тепло от рассеивания. Другие ее предметы одежды, такие как волосы и мех, в значительной степени препятствуют отводу тепла, как и кора, особенно если она неплотно прилегает друг к другу, как у пробкового дерева. Перья также превосходно сохраняют тепло и, следовательно, приносят столько пользы своим владельцам, что Эрнест Ингерсолл считает, что развитие перьев во многом связано с тем, что птицы продвинулись намного выше своих скромных собратьев, рептилий, облаченных в чешуйчатое одеяние.

Прочность цилиндра.

Оглядываясь назад на прошлое с позиций современного понимания, мы видим, что люди самых высоких сил могли быть слепы к намекам, которые теперь ясны. Часто дизайнеры и изобретатели, сами того не подозревая, проводили параллель с какой-то структурой природы, которую часто видели, но никогда по-настоящему не наблюдали. Все разнообразие и красота греческих архитектурных ордеров не включали в себя арку; тем не менее, контур собственного черепа каждого архитектора демонстрировал арочную форму, которая могла придать храмам и дворцам новую силу и изящество. Скелет стопы демонстрирует в подъеме дугу из предплюсневых и плюсневых костей со всей упругостью, которую их обладатель может придать составной дуге из дерева или стали. Современные строители, сознательно или нет, взяли пример с книги природы, возведя свои самые высокие сооружения из полых стальных цилиндров. Что это такое, как не заимствование формы тростника, бамбука, тысячи разновидностей стеблей, одной из самых прочных форм, в которых может быть использован вспомогательный материал? Проведите ножом по листу трубы или болотной траве, и вы обнаружите полый цилиндр, удерживаемый контрфорсами, насчитывающими почти десяток опор. Более сложным и даже более прибыльным является способ выращивания тканей в столбиках мертвой крапивы и камыша. Кости рук и ног человека напоминают полые цилиндры, поучительные вариации которых представлены на этих стеблях, так что дизайнер, не выходя за рамки своих собственных рамок, мог бы давным-давно усвоить ценный урок. То, как кость соединяется с костью, едва ли менее примечательно, как в скобах бедренной кости, когда она соединяется с туловищем. Когда кости соприкасаются друг с другом, все удары предотвращаются высокоэластичными подушками: пружинами транспортных средств, буферами железнодорожных составов, но повторяют хрящи в суставах их изобретателей.



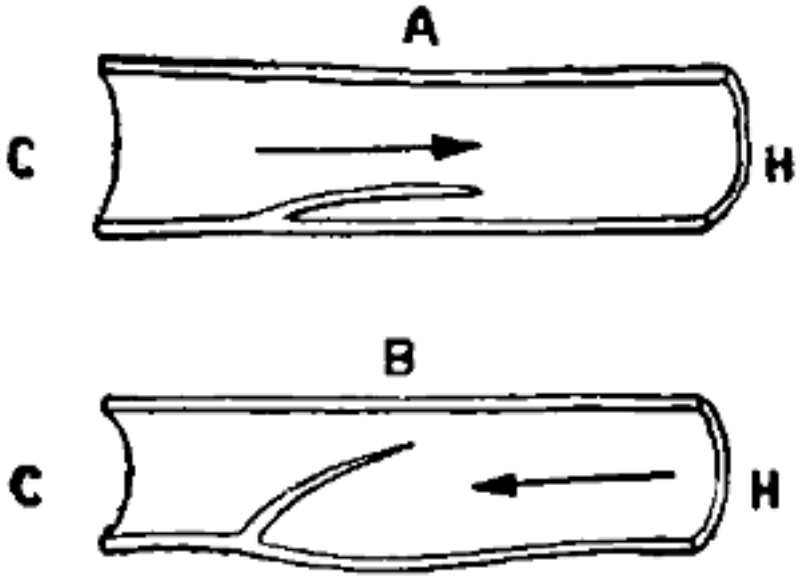
Отрезок трубы или
торфяная трава.



Поперечный разрез камыша,
Scirpus lacustris.

В теодолите и секстанте геометрического токарного станка гравировщика банкнот шаровые шарниры обеспечивают движение в любой плоскости. Одинаково свободны в движениях плечевой и тазобедренный суставы, в то время как их поверхности смазываются нежной синовиальной жидкостью, поступающей именно по мере необходимости. Когда насосы впервые получили клапаны для направления потока в одном направлении, их изобретатель, без сомнения, был доволен своим мастерством. В сердце, находящемся в его собственной груди, в его венах и артериях, были простые клапаны, выполняющие аналогичную задачу, поскольку они направляли потоки его крови. В насосах, таких как те, что широко распространены на фермерских дворах, работа происходит рывками, струя течет и убывает от момента к моменту, когда рычаг поднимается и опускается. Прилив человеческой крови имел бы такой же неровный пульс, если бы не эластичность стенок ее артерий. Их эластичность служит для выравнивания потока, подобно тому, как это делает воздух в больших камерах насосов для шахт или гидротехнических сооружений.

Тазобедренный сустав человека в разрезе. Из книги “Тело человека” Х. Н. Мартина. Авторское право, Henry Holt & Co., Нью-Йорк, 1884. Воспроизведено с их разрешения.



Клапаны вен.
С - капилляр; Н - сердечный конец сосуда. Из “Человеческого тела” Х. Н. Мартина. Авторское право, 1884, Henry Holt & Co., Нью-Йорк, и воспроизведено с их разрешения.

Встроенный пистолет.

Сердце и Собранный Пистолет.

Исследование сердца выявляет принцип в его структуре, тесно связанный с современными изобретениями. Орудия древности отливались или ковались так же, как сегодня отливаются обычные колонны или стволы, причем прочность металла была практически одинаковой по всей длине, когда орудия покоились на своих цапфах. По мере того, как использовались все более мощные заряды взрывчатого вещества, эти ружья поддавались, давление взрывающихся газов растягивало металл в канале ствола до разрыва, прежде чем внешний металл смог усилить свое сопротивление. Современное сборное ружье состоит из серии, скажем, из четырех цилиндров: первый, сравнительно небольшого диаметра и толщины, находится внутри. Его охлаждают до как можно более низкой температуры, когда на него надевают второй цилиндр, раскаленный докрасна, чтобы обеспечить плотную посадку. Теперь обе металлические массы медленно охлаждаются, когда над ними пропускают третий раскаленный докрасна плотно прилегающий цилиндр. Все три объединенные массы теперь охлаждаются, когда четвертый и самый широкий цилиндр из всех, раскаленный докрасна, пропускают через эти три внутренних трубки, и всему пистолету дают постепенно понизиться температуре. Когда этот процесс завершен, внутренние части пистолета из-за усадки металла по мере его охлаждения подвергаются сильному сжатию, в то время как внешние части находятся в таком же крайнем состоянии растяжения. Когда такое ружье стреляет, его внутренние цилиндры оказывают гораздо большее сопротивление внешнему давлению взрывающихся газов, чем стенки ружей старого образца. Мощность старых орудий была одинаковой во всем, когда они ничего не делали, и очень далека от равномерной в момент выстрела; собранное ружье, напротив, обладает равномерной мощностью в каждой своей части как раз тогда, когда требуется эта равномерность, в момент взрыва. Таким образом, в современной пушке используются снаряды значительно тяжелее и быстрее, чем в прежние времена. Его структура, состоящая из цилиндров, последовательно насаженных один на другой, напоминает структуру сердца, волокна двух внутренних частей которого намотаны наподобие клубков бечевки, которые, в свою очередь, плотно сжаты покровом из других волокон. Сердцу не приходится противостоять такой взрывной силе, какая возникает внутри пистолета, но для продвижения крови по артериям и венам ему приходится оказывать огромное давление без отдыха на протяжении всей жизни. Это давление равномерно распределяется по всей мышечной ткани с помощью структуры, внешние слои которой, как сказали бы инженеры, находятся в состоянии растяжения, а внутренние - в состоянии сжатия. В течение двадцати четырех часов работа среднего человеческого сердца равна поднятию двухсот двадцати тонн на высоту одного фута от земли.

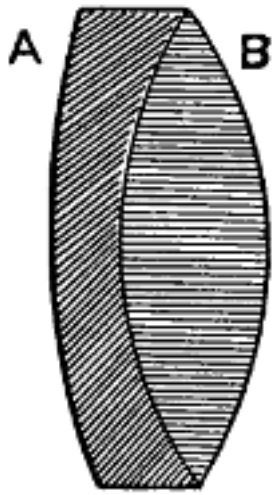
То, что наращивание делает для усиления пистолета, было повторено в случае с циркулярной пилой: при высокой скорости она настолько сильно нагревается по периферии, что возникающее в результате расширение может привести к растрескиванию металла на куски. При усовершенствованном способе изготовления пила забивается до сжатия, которое

постепенно увеличивается от обода к центру. Таким образом, стремлению периферии разлететься в стороны противостоят сжимающие силы в центральной части диска.

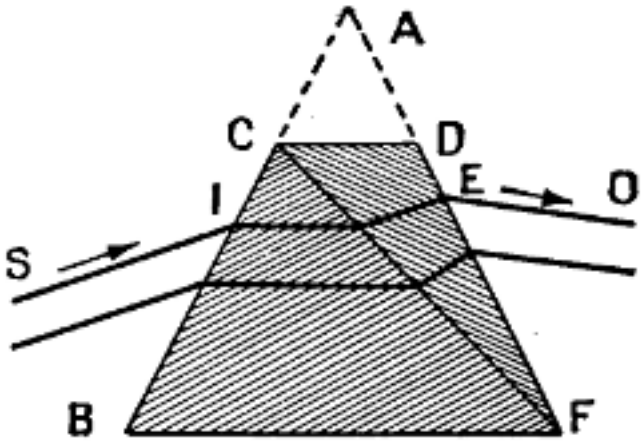
Эта оригинальная обработка металла для ружей и пил напоминает нам о знакомом средстве плотницкого дела, проиллюстрированном на странице 36. Обычная книжная полка, если она довольно длинная и не особенно прочная, прогибается под своей тяжестью и в конце концов может выскользнуть из своих пазов и упасть, повредив книги. Вначале этого можно избежать, согнув полку до выпуклости на ее верхней поверхности. Затем тяжелый груз не более чем выравнивает полку, так что книги остаются на своих местах как в безопасности, так и на виду. Здесь задействован принцип, заслуживающий минутной паузы. Изобретатель спрашивает, какой эффект окажет рабочая нагрузка, которую желательно уменьшить или выдержать? Он придает своей конструкции форму, противоположную той, которая возникает в результате наложения нагрузки, так что в процессе работы его конструкция - полка, цилиндр, пила - примет свою наиболее эффективную форму.

Глаз и линзы Доллонда.

С детства мы знакомы с треугольными стеклянными призмами, которые разбивают солнечный луч на все оттенки радуги. Линза - это призма круглой формы, которая, наравне с обычной призмой, способна отображать лучи всех цветов. Долгое время это было источником ошибок и неприятностей при получении телескопических изображений. Сэр Исаак Ньютон после нескольких грубых и поспешных экспериментов пришел к выводу, что проблема неизлечима, и все же все это время его собственные глазные яблоки передавали изображения практически без неприятных цветовых оттенков. Давайте обратим внимание на то, как Доллонд взялся за задачу, которую Ньютон считал невыполнимой. Он знал то, чего не знал Ньютон, что корончатое стекло рассеивает свет лишь в два раза меньше, чем кремневое, поэтому он соединил линзу одного с линзой другого и получил преломленный или изогнутый луч света, почти не изменивший своей белизны. Конечно, в этом сочетании была увеличена толщина стекла, но его удвоенное поглощение и потеря света были небольшим недостатком по сравнению с преимуществом почти полного исключения тонированной бахромы, которая так долго раздражала астрономов. В глазном яблоке сначала находится хрусталик, затем водянистая влага, в-третьих, стекловидное тело; эти три вещества настолько различаются по своим свойствам преломления и дисперсии, что делают изображения совершенно свободными от цветных полос. Составные линзы по принципу Доллонда, повторяющие структуру глазного яблока, используются во всех хороших телескопах, микроскопах и фотоаппаратах, и в настоящее время изготавливаются из разновидностей йенского стекла, которые придают волнующие оттенки до точки исчезновения. Благодаря своим ахроматическим, или бесцветным, линзам и камерам, или темным камерам, наши фотографические инструменты во многом напоминают глаз. Действительно, возможно, что когда мы видим объект, впечатление возникает из-за последовательности мимолетных фотографий, следующих друг за другом на сетчатке так быстро, что они кажутся постоянной картинкой. Кроме того, глаз стереоскопичен; объединяя два изображения, видимые с немного отличающихся точек зрения, он позволяет нам судить о размере, плотности и расстоянии.



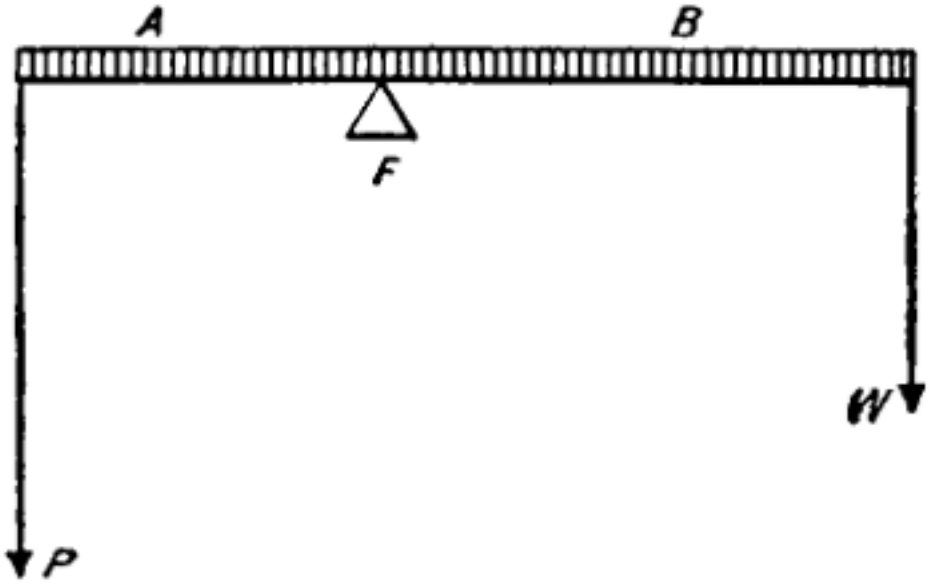
A - кремневое стекло, B - корончатое стекло. Они соединяются, образуя ахроматическую линзу.



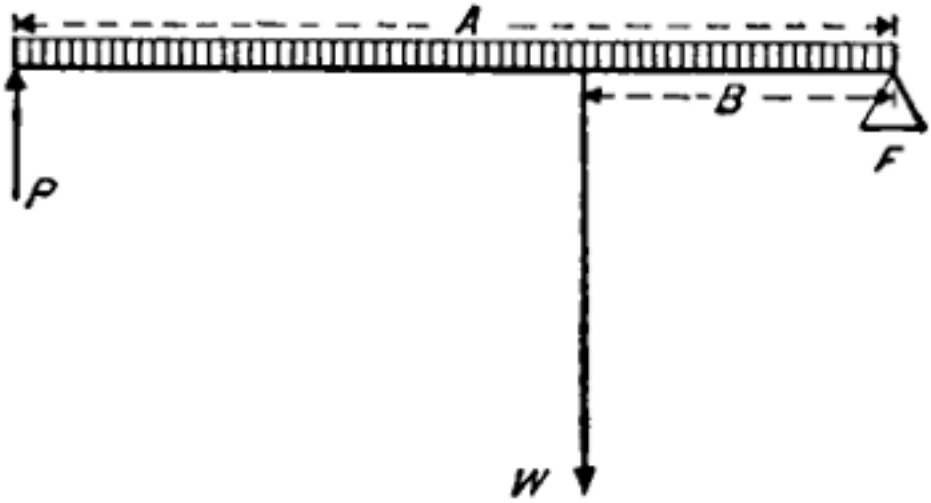
B, C, F, призматическое корончатое стекло. C, D, F, призматическое кремневое стекло, более дисперсное, чем корончатое стекло. Луч S получается как E, но мало разложенный. Если бы A, B, F были призмой из одного вида стекла, E был бы сильно разложен.

Конечности и легкие как прототипы.

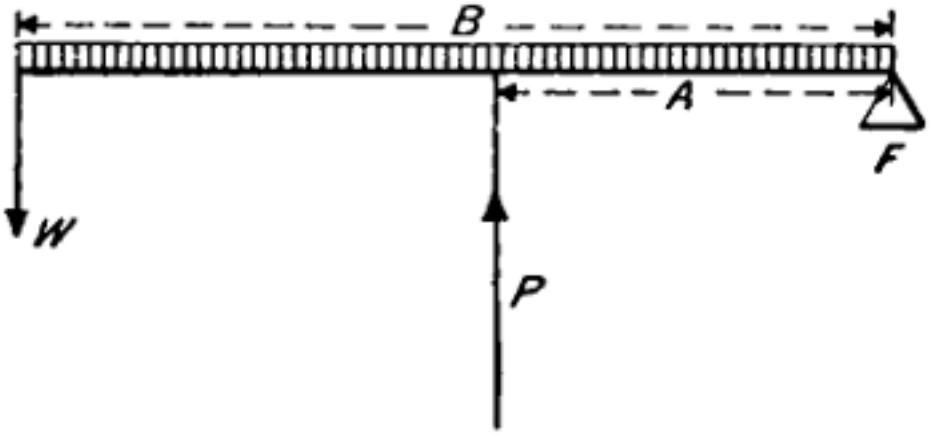
Задолго до того, как появился философ, который разделил рычаги на отдельные виды, нога человека давала примеры рычагов первого и второго порядков, а его передняя рука - рычага третьего порядка. За много веков до того, как была создана самая грубая волынка, легкие, с помощью которых в нее можно было дуть, и гортань, соединенная с этими легкими, представляли собой духовой инструмент совершенной модели. Запястья, лодыжки и позвонки Гука вполне могли бы послужить ему при разработке универсального сустава. Действительно, оружие, инструменты, станки и двигатели, в конце концов, являются всего лишь продолжениями и модифицированными копиями органов тела самого изобретателя.



Рычаг 1-го-го порядка.



Рычаг 2-го-го порядка.

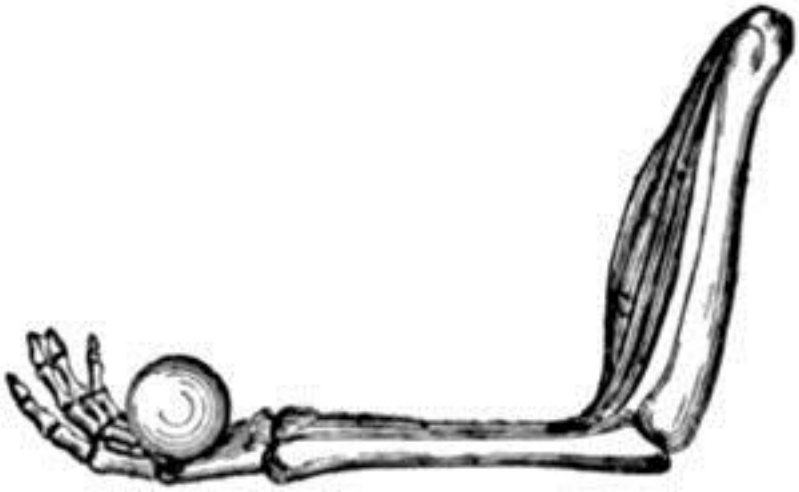


Рычаг 3-го-го порядка.

P - мощность. F - точка опоры. W - вес.

Каналы вызвали к жизни изобретательность целой армии инженеров; с момента первого удара сердца циркуляция человеческой крови служила примером системы, в которой

канализационная жидкость и суда, плавающие по каналу, движутся вместе, совершая полный оборот дважды в минуту, распределяя припасы везде, где требуется, и забирая без остановки возвратные грузы везде, где они оказываются наготове. Сердце с его артериями и венами образует распределяющий аппарат, который переносит тепло из мест, где оно вырабатывается, или в избытке, в места, где его не хватает, стремясь установить равномерную, благоприятную для здоровья температуру. Скопировать все это с помощью вентиляционных устройств, встроенных в легкие, - задача, которая в наших огромных современных зданиях требует высочайшего мастерства архитектора и инженера.



Рука, держащая мяч.

Почтовая и телефонная связь.

В большом городе каждое почтовое отделение связано исключительно со штаб-квартирой, в которую оно отправляет свои письма, бумаги и посылки, получая взамен свои партии для распространения на местах. Для каждого филиала поддерживать связь друг с другом было бы настолько дорогостоящим и громоздким планом, что стало бы совершенно невыполнимым. Наш почтовый метод используется во всех телефонных службах; Z связывается с D или M только после того, как его линия подключена к центральному коммутатору, который соединяется с каждым телефоном во всей системе. Все это было предсказано далекими предками как почтмейстеров, так и электриков, когда их нервы пошли по путям того, что, по сути, представляет собой целостную телеграфную цепь с отдельными восходящими и нисходящими линиями и центральным обменом в мозге, — этого прототипа всех других средств координации.

Фибриллы уха и глаза.

Пианино, органы и другие музыкальные инструменты извлекают свои ноты за счет вибрации струн, труб или язычка определенного размера и формы. В гортани, горловом органе, похожем на коробочку, голосовые связки вибрируют идентичным образом. Когда мы поем ноту в открытое пианино, струна, способная выдать эту ноту сразу, откликается. Гельмгольц полагал, что в ухе тонкие градуированные структуры, известные как стержни Корти, вибрируют таким же образом, когда звуковые волны достигают их, порождая слуховые впечатления. Аналогично действуют фибриллы глаза, которые реагируют на световые волны различной длины и интенсивности. У человеческого глаза есть мышцы, которые изменяют его шаровидность, делая хрусталики более или менее выпуклыми. Кошка обладает более высокой степенью такого рода способности, так что она может расширить свой зрачок настолько, чтобы ясно видеть при слабом освещении. Человек, находящийся в затемненной

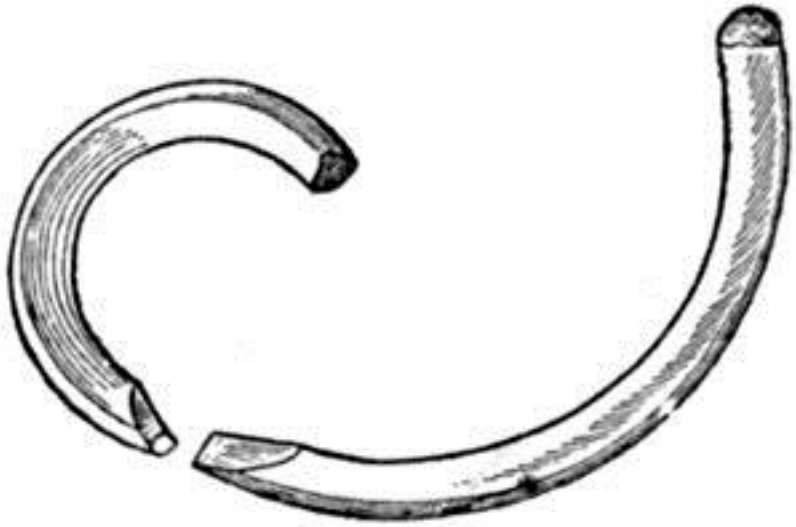
комнате, настолько расслабляет свои зрительные нервы, что через четыре-пять часов он может легко различить то, что было бы невидимым, если бы он только что оказался в темноте.

Электрический Угорь.

Не только в организме человека, но и в телах низших животных есть предположения, на основе которых изобретательность вполне могла бы действовать в прошлом или достойно развиваться в будущем. Наука об электричестве зародилась только в девятнадцатом веке, потому что гимнотус, или электрический угорь, не был должным образом препарирован. Его ткани раскрывают саму схему, принятую Вольтой в его первой сырой батарее, а именно слои восприимчивого материала, окруженные слабокислой влагой. Характеристики этого угря имеют свои аналогии в организме человека; например, в мышцах, сгибающих переднюю руку, находится почти миллион тонких фибрилл, сравнимых по структуре с столбчатыми органами голосоноса. Эти фибриллы настолько легко возбуждаются электричеством, что указывают на существенное сходство строения. Как столбчатые слои угря, так и фибриллы мышц человека подвергаются одинаковому воздействию стрихнина и родственного вещества кураре.

Зуб Бобра и Самозатачивающийся плуг.

Строение тела других животных наводит на множество аналогий с недавними достижениями механической изобретательности. Зуб бобра вполне мог послужить моделью для самозатачивающегося лемеха, широко используемого во всем мире. Этот зуб имеет тонкий наружный слой твердой эмали, внутри которого остальную структуру составляет менее твердый дентин. Грызение изнашивает дентин гораздо сильнее, чем эмаль, так что зуб приобретает скос, напоминающий скос стамески, которая часто посещает маслобойню плотника. Окалина эмали придает остроту, дентин обеспечивает прочность, так что зуб сам заостряется при использовании, а не тупеет. Почти такая же конструкция повторяется в лемехе лемеха путем охлаждения нижней части стали до предельной твердости, в то время как верхняя поверхность лемеха остается сравнительно мягкой. По мере прохождения сквозь грунт верхняя поверхность изнашивается, образуя постоянно заточенный край тонкого охлажденного металла. Таким образом, можно избежать сильной тяги тупого лемеха, не прибегая постоянно к помощи кузнеца для повторной заточки.



Зубы бобра.

Придание формы трубке.

В другой области изобретательности великий изобретатель добился успеха, просто намеренно взяв урок у природы. Джеймс Уатт, которому современный паровой двигатель в наибольшей степени обязан своим совершенством, однажды обратился к владельцам водопровода в Глазго за консультацией по поводу трудности, возникшей при прокладке труб через реку Клайд к машинам Компании: русло реки было покрыто илом и зыбучим песком, имело множество неровностей и временами подвергалось течению значительной силы. Представив себе строение хвоста омара, Уотт нарисовал план сочлененной всасывающей трубы, соединенной таким образом, чтобы соответствовать изменяющимся изгибам русла реки. Эта трубка ракообразного, два фута в диаметре и тысяча футов в длину, прекрасно справлялась со своей работой. В наши дни мощные гидравлические земснаряды осуществляют сброс через трубопроводы с гибкими соединениями, такими как разработанные Ваттом; в одном случае длина этого трубопровода составляла 5700 футов.

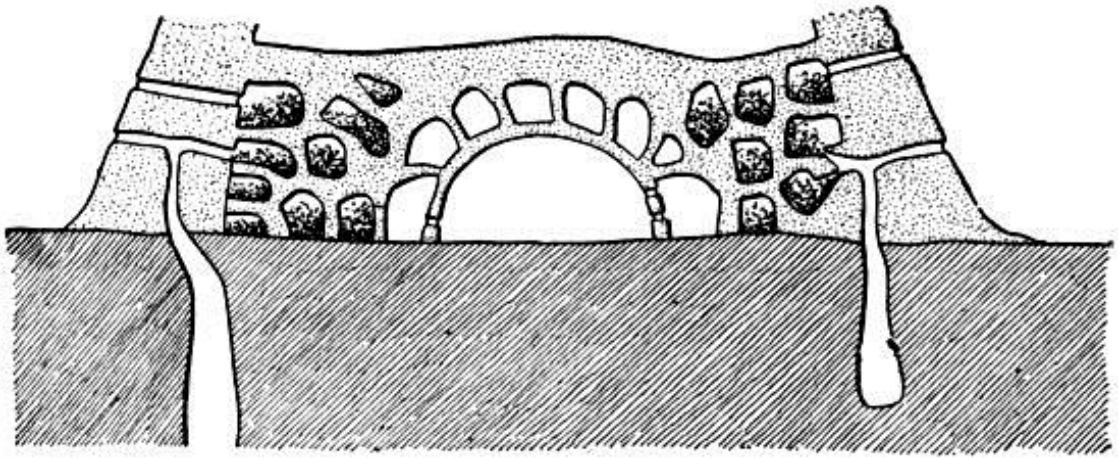
Нарвал с изогнутым бивнем. Воспроизведено с разрешения журнала Scientific American, Нью-Йорк.

Во многих других случаях искусство использовало дар природы просто так, как было получено, а затем улучшало его. При изготовлении своих гарпунов эскимосы использовали спиральные зубы нарвала; сочтя их форму выгодной, они скопировали ее для наконечников

стрел. Это, несомненно, одно из истоков винтовой формы, имеющей неоценимую ценность для механика и инженера.

Уроки от низших животных: Оса, использующая инструменты.

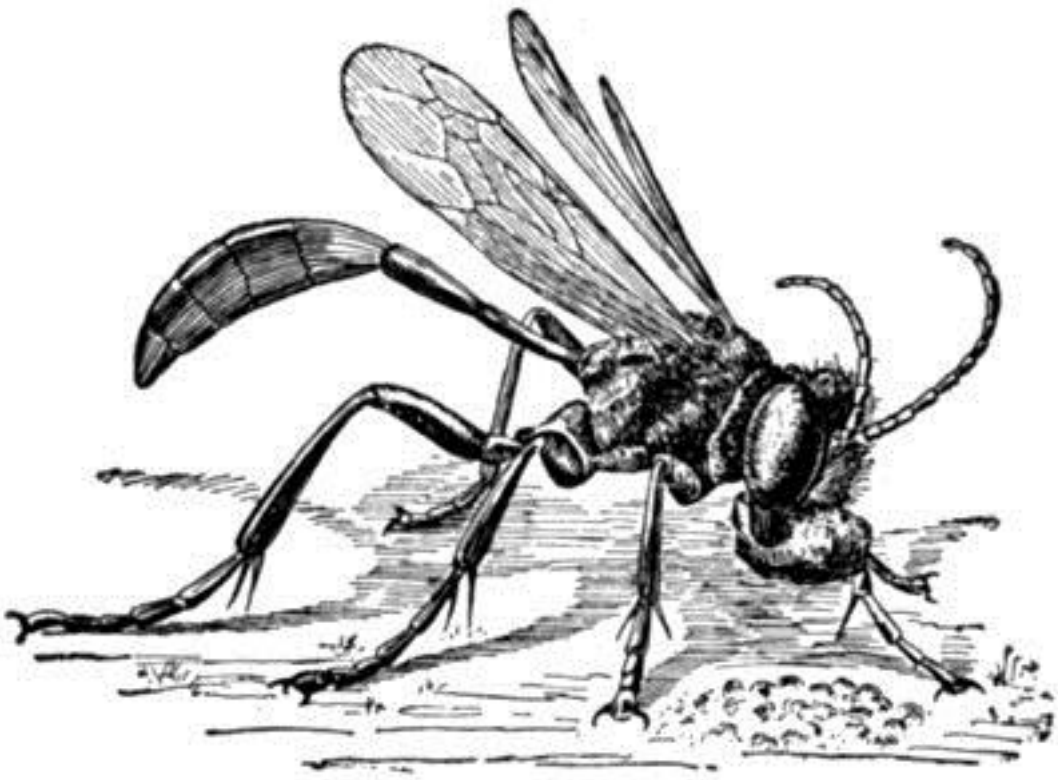
Дикари используют птиц и зверей в качестве пищи, одежды и материалов для изготовления оружия и инструментов; они также с пользой наблюдают за инстинктами этих существ. Ле Вайан, знаменитый исследователь, рассказывает нам, что в Африке негры едят любую странную пищу, которую, как они видят, поглощают обезьяны, в полной уверенности, что она окажется полезной. Когда геодезисты первой трансконтинентальной железной дороги Америки приступили к своим работам, они внимательно изучили тропы буйволов в Скалистых горах, полагая, что эти проницательные животные за столетия поисков открыли самые легкие перевалы. По конструктивным способностям пчелы, муравьи и осы намного превосходят четвероногих. Действительно, одно из величайших достижений человеческой архитектуры, купол, является частью гнезда белого муравья-воина, *Termes bellicosus*.



Нижняя часть гнезда муравьев-воителей, изображающая купол.

Считается признаком необычного интеллекта, когда обезьяна, родственница самого человека, использует камень в качестве молотка для раскалывания орехов, и все же подобный интеллект демонстрирует *Ammophila urnaria*, как описано доктором и миссис Джордж У. Пекхэм в их очаровательной книге “Одиночные и социальные осы”:[32]

[32] Опубликовано Houghton Mifflin & Co., Бостон.



Оса, использующая камешек в качестве молотка. Из книги Джорджа У. Пекхэма и Элизабет Г. Пекхэм “Одиночные и социальные осы”, авторское право, 1905 год. Воспроизведено с их разрешения.

Именно здесь следует рассказать историю одной маленькой осы, чья индивидуальность выделяется в нашем сознании более отчетливо, чем индивидуальность любой другой. Мы помним ее как самую привередливую и совершенную маленькую работницу за весь сезон, такой милой была она в своем приспособлении средств к цели, такой занятой и довольной своим любовным трудом и такой милой в своей гордости за завершенную работу. Заполняя свое гнездо, она опустила в него голову и откусила рыхлую землю с боков, позволив ей упасть на дно своей норы, а затем, после того как накопилось некоторое количество, придавила ее головой. Затем снаружи приносили землю и вдавливали внутрь, а затем еще больше откусывали с боков. Когда, наконец, начинка оказалась на одном уровне с землей, она насыпала на это место некоторое количество мелких крупинок грязи и, взяв в жвалы небольшой камешек, использовала его как молоток, быстрыми ударами отбивая их, таким образом делая это место таким же твердым, как окружающая поверхность ”.

Это тоже была оса, которая подсказала Реомюру, когда он осматривал ее гнездо, что древесина вполне может служить сырьем для бумаги, и служит она в количестве миллионов тонн в год. Сегодня у нас есть новая ткань для одежды glanz-stoff, искусственный шелк, производимый из целлюлозы; его немецкие производители максимально имитировали нить шелкопряда, точно так же, как в течение нескольких лет нити для ламп накаливания изготавливались из жидкой целлюлозы, продавливаемой через крошечные отверстия. Сначала для этой цели использовались бамбуковые волокна; современное искусство позволяет создавать нити более однородного и прочного качества. Это достижение является единым со многими другими. Сегодня, когда изобретатель стремится имитировать натуральный продукт, он делает это с помощью мощного анализа, используя множество новых материалов, таких, какие его предшественники и представить себе не могли. Триумфы современной изобретательности происходят в лабораториях, оснащенных более

разнообразно, чем когда-либо прежде, с более глубоким пониманием их ресурсов, чем когда-либо ранее.

Разделяющая функция легких.

По всей вероятности, одним из достижений природы, которое вскоре будет сравнено с искусством в экономическом плане, станет одна из фаз процесса дыхания; каждый раз, когда мы надуваем легкие, их ткани совершают подвиг, который до сих пор ставил в тупик имитацию, за исключением обходных и расточительных действий. Воздух - это смесь кислорода и азота; жизнедеятельность человека обеспечивается только кислородом, который отделяется легкими из воздуха и поступает в кровоток. Кислород и азот, как и любые другие два газа, имеют тенденцию принудительно диффундировать друг в друга, как мы можем видеть на примере растяжения тонкого резинового листа, разделяющего контейнер на две части, одна из которых заполнена кислородом, другая - азотом. Чтобы преодолеть силу диффузии, которая удерживает вместе кислород и азот, образующие кубический фут воздуха обычной температуры, потребовалось бы такое усилие, которое подняло бы двадцать один фунт на один фут от земли. Эту задачу легкие выполняют средствами, которые ускользают от наблюдения или анализа. Для искусства было бы очень важно, если бы эту способность к разделению можно было имитировать просто и дешево. При обычном сгорании каждый объем кислорода, который соединяется с топливом, несет с собой четыре объема азота, которые необходимо нагреть, не только снижая температуру пламени, но и отводя большую часть тепла впустую. Подача кислорода, свободного от примесей, удвоила бы стоимость топлива для многих целей, создав настолько высокую температуру, что было бы трудно найти строительные материалы, достаточно огнеупорные для печей. Дешевый кислород значительно увеличил бы количество света, получаемого от нефти и газа, что было доказано яркостью кислородно-водородной струи. При отбеливании и во множестве других процессов кислород настолько ценен, что, несмотря на его нынешнюю стоимость, спрос на него неуклонно растет. Нельзя ли скопировать легкие химически или механически, чтобы получать этот газ по низкой цене для тысячи новых услуг?

В дополнение к выделению кислорода из воздуха наши жизненно важные органы ежеминутно выполняют химические задачи, столь же труднодостижимые. Печень, например, является производителем сахара. Разработка живой ткани представляет исключительный интерес для физиолога; она вызывает такое же влечение у химика, который будет создавать соединения из их элементов, у инженера, который преобразует тепло или химическую энергию в движущую силу с меньшими потерями, чем при использовании наших нынешних методов.

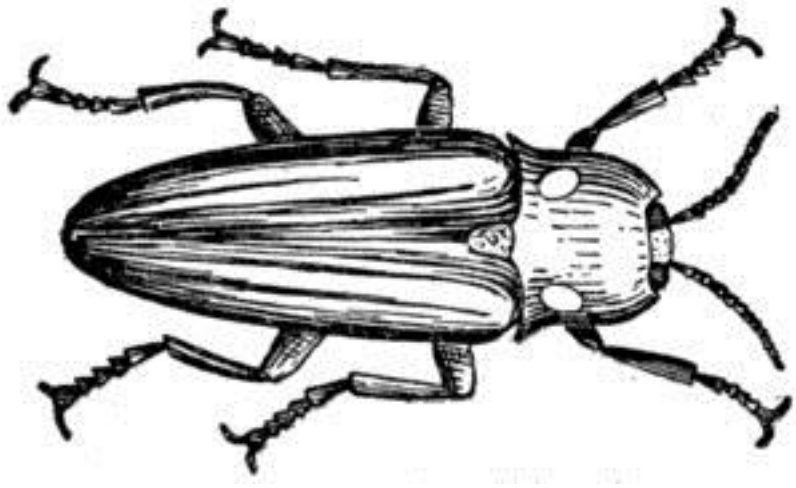
Бегство.

В 1887 году покойный профессор С. П. Лэнгли из Вашингтона начал эксперименты по механическому полету. Он обнаружил, что одна лошадиная сила способна поддерживать в спокойном воздухе и разгонять со скоростью сорок пять миль в час самолет-крыло весом 209 фунтов. Доктор А. Ф. Зам из Американского католического университета в Вашингтоне недавно установил, что тонкий планирующий самолет площадью в квадратный фут весом в один фунт парит с наименьшими затратами энергии со скоростью около 40 миль в час, в то время как на 80 миль требуется мощность более чем в два раза больше. Поскольку были созданы двигатели весом менее десяти фунтов на лошадиную силу, способные выдавать лошадиную силу в течение пяти часов с четырьмя фунтами масла, мы явно приближаемся к господству в воздухе, которым так свободно пользуются воробьи и мошки. Среди студентов, стремящихся продвинуться в этом направлении, есть мужчины, которые изучают с помощью

фотоаппарата, как ведут себя в полете крылья различных типов, а затем пытаются имитировать самые сильные и быстрые из этих крыльев.

Свет.

Профессор Лэнгли провел еще одно исследование, представляющее огромный интерес, на этот раз касающееся естественных производителей света - светлячков, особенно крупных и блестящих видов, обитающих на Кубе, *Pyrophorus noctilucus*. В результате точных измерений с помощью спектроскопа и болометра, самого тонкого теплового детектора, известного лаборатории, он сказал: “В спектре насекомых отсутствуют лучи красной яркости и, предположительно, инфракрасные лучи, обычно относительно высокой температуры, так что представляется вероятным, что мы имеем здесь свет без тепла”. Когда мы вспоминаем, что обычному искусственному освещению обычно сопутствует в пятьдесят-сто раз больше энергии в виде расточительного и вредного тепла, мы понимаем важность этого исследования. Если свет может быть произведен без тепла природой, почему бы не создать его и искусством?



Кубинский светлячок в натуральную величину.

Преобразование тепла в работу.

Уже был отмечен другой примечательный случай эффективности в природе, а именно преобразование животным организмом топливных затрат в механическую работу. Это часть главной задачи инженера, когда он приводит в движение свои двигатели, сжигая уголь или древесину, нефть или газ. Это удивительно хороший паровой двигатель, который дает до одной десятой рабочего дивиденда. Газовые двигатели приобрели широкую популярность, потому что они дают более высокие результаты, в чрезвычайно благоприятных случаях достигающие тридцати процентов. Эффективность тепловой машины любого типа измеряется путем сравнения в абсолютных единицах тепла, поступающего в нее, с теплом, которое остается после завершения ее работы. Ноль абсолютной шкалы равен 460 ° ниже нуля по Фаренгейту. Таким образом, что если двигатель начинает работать при температуре 920 ° по Фаренгейту (1380 ° по абсолютной шкале), а температура рабочего вещества в машине снижается до 460 ° по Фаренгейту (920 ° по абсолютной шкале), общий КПД двигателя составляет одну треть. Экономия зависит от использования рабочего вещества с максимально возможной температурой в таком режиме, при котором оно выходит из двигателя при минимально возможной температуре. Поэтому мы видим, как инженеры изобретают пароперегреватели для пара и создают металлические поверхности, которые

либо вообще не нуждаются в смазке, либо используют такую смазку, как графит, которая переносит высокие температуры без травм.

Теперь давайте взглянем на механизм нашего собственного организма, который, по словам профессора У. О. Этуотера, преобразует около двадцати процентов энергетической ценности нашей пищи в механическую работу. энергетическая ценность нашей пищи преобразуется в механическую работу. Это замечательный показатель, особенно если вспомнить, что в здоровом состоянии температура тела не поднимается выше 98 ° по Фаренгейту. Чем объясняется эта поразительная эффективность при температуре, намного ниже температуры парового или газового двигателя? Простой эксперимент может пролить свет. Мы берем пластинку из цинка и пластинку из меди; хотя кажется, что они находятся в состоянии покоя, мы знаем, что они находятся в активном молекулярном движении, которое высвобождается, когда они соединяются с кислородом или другими элементами. Эта комбинация может происходить двумя совершенно разными способами, которые мы сейчас сравним. В стеклянную банку, почти заполненную раствором серной кислоты и воды, мы погружаем цинковые и медные пластины так, чтобы они не касались друг друга; температура обоих повышается по мере коррозии, поскольку они соединяются с кислородом из окружающей жидкости. Мы можем, если захотим, использовать это тепло для приведения в действие воздушного двигателя; но мы можем добиться большего, поскольку воздушный двигатель тратит впустую большую часть подводимого к нему тепла. Мы останавливаем процесс нагрева, соединяя две пластины проволокой, по которой теперь проходит электрический ток, и наше простое устройство теперь образует обычный гальванический элемент. Этот ток мы применяем, чтобы поднимать тяжести, приводить в движение вентилятор или выполнять любую другую задачу по своему усмотрению, и все это практически без лишней траты энергии. Поучительным моментом является то, что теперь химическое соединение происходит без нагрева, в режиме, значительно более экономичном и простом в управлении, чем если бы мы позволяли выделять тепло, а затем применяли его в двигателе для выполнения работы. Вывод напрашивается сам собой: в организме животного преобразование молекулярной энергии в мышечные движения осуществляется электрическими средствами и никакими другими. Когда инженер детально изучит, как выполняется задача, и успешно имитирует ее, он избежит налога, налагаемого сейчас на каждый двигатель, который поджигает топливо в качестве первого шага к преобразованию скрытого движения в реальное.

Предвидение Вместо ретроспективы.

Хотя изобретатели прошлого могли использовать многие подсказки природы, на самом деле они редко делали это, а шли напролом, не замечая, что то, к чему они пришли с большим трудом, часто они могли скопировать непосредственно у природы. В Колорадо и Калифорнии мы восхищаемся плотинами, которые имеют выпуклую форму выше по течению и выдерживают со всей силой арки огромное давление: именно этот план используют бобры, когда строят в быстром течении, как это можно видеть во многих ручьях Адирондак. В строительстве ирригационных плотин, в решении гораздо более сложных задач, человеческий прогресс продвигался вперед путем эмпирических попыток, одной за другой, и наука долгое время спустя приводила доводы в пользу любого успеха, достигнутого с помощью эмпирических правил. Но этот ошибочный взгляд задним числом заменяется дальновидностью, которая сначала замечает, во что можно попасть, а затем никогда не тратит стрелу впустую. Профессор Р. Х. Терстон сказал: “Отбеливание и крашение процветали до того, как химия получила название; изобретатель пороха жил до Лавуазье; компас моряка указывал моряку на полюс до того, как магнетизм оформился как наука.

Паровой двигатель был изобретен и приведен в действие, по существу, в том виде, в каком мы его знаем сегодня, еще до того, как о науке термодинамике стали мечтать; телеграф и телефон, электрическое освещение и железная дорога познакомили нас с чудесами более великими, чем выдумки, и все же они были в основном разработаны, во всех случаях, людьми, которые приобрели меньше научных знаний, чем мы требуем сегодня от каждого юноши, получившего образование в колледже ”.

Сегодня лидеры прикладной науки принадлежат к совершенно иному типу. Они внимательно наблюдают за тем, что делает природа, будь то в спонтанных химических процессах или в функциях растения или животного, затем, анализируя процесс со все большей проницательностью и точностью, они спрашивают, как это может быть с экономией и прибылью воспроизведено искусством? В этом отношении типичен подвиг профессора Анри Муассана. Изучая алмазы, он убедился, что они были получены в природе из обычного углерода, подвергнутого воздействию экстремальных температур и давлений. Имитируя эти температуры и давления, насколько это было возможно, он изготавливал алмазы из обычного графита в электрической печи. Эти драгоценные камни невелики, но они обещают то, чего могут достичь полностью вооруженные физики и химики, воспроизводя дары природы в свете новых знаний и с помощью новых ресурсов.

ГЛАВА XIX
ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Знания, к которым стремятся незаинтересованные исследователи . . . Обильный урожай, но жнецов немного . . . Германия лидирует в оригинальных исследованиях . ... Институт Карнеги в Вашингтоне.

Сейчас мы провели краткий обзор изобретений и открытий в области Формы, Размера, свойств, измерений и Учений Природы. Здесь мы несколько изменим нашу точку зрения и взглянем на характеристики изобретателей и первооткрывателей, отметив их наблюдательность и экспериментирование, их терпение от начала до конца учиться у других мыслителей и работников прошлого и настоящего. То, что любой человек, каким бы способным он ни был, может открыть или изобрести, является сущим пустяком по сравнению с ресурсами, накопленными с момента зарождения человеческого остроумия. И все же, добавляя немного к тому, что он узнал, это немногое укрепляет и оживляет его образование, как ничто другое. Намереваясь дополнить известную истину, необходимо хорошо вооружиться знаниями и умениями. Таким образом, знания могут послужить отправной точкой для предстоящего нам исследования.

Необходимы знания.

Успех в открытиях и изобретениях, как в случае с Ньютоном или Ваттом, зависит не только от редких природных способностей, но и от знаний. Доктор Пай-Смит из Лондона, выдающийся врач, говорит: “Некоторые хотят заставить нас поверить, что эрудиция мешает гению. Этот вопрос часто обсуждался, и даже утверждалось, что тот, скорее всего, раскроет тайны природы, кто подходит к задаче свежим духом, со способностями, не истощенными длительным чтением, и на его суждения не повлияли открытия других людей. Это, однако, несомненно, заблуждение. Харви не смог бы открыть циркуляцию крови, если бы его не обучили всему, что было ранее известно об анатомии. Верно, никакого прогресса нельзя

добиться простым усвоением предыдущих знаний. Необходимо разумное любопытство, наблюдательный взгляд и интеллектуальная проницательность. Мало что вызывает большее сожаление, чем видеть, как талант и трудолюбие тратятся на бесплодные исследования, частично заново открывая то, что уже полностью известно, или упрямо продвигаясь по дороге, которая, как было давно установлено, никуда не ведет. Затем мы должны обучать наших студентов на пределе наших возможностей. Мы не можем сказать, пополнят ли они знания, но, по крайней мере, они не будут препятствовать их росту своим невежеством. Сильный интеллект усвоит все, что мы ему предложим, и будет лучше приспособлен для независимых исследований. Менее могущественные, по крайней мере, будут ограждены от ложных открытий и сформируют, чего требует сам гений, компетентную и благодарную аудиторию ".

Американские изобретатели повторяют изречение английского врача. Говорит мистер Октав Шанют: "Потребовалось много людей, чтобы довести любое великое изобретение до совершенства, и последний успешный человек мало что добавил к тому, что было известно ранее. Как правило, основа его успеха заключается в тщательном знакомстве с тем, что было сделано до него, и в том, что он подходит к своей работе сугубо научным подходом ". Профессор У. А. Энтони отмечает: "Если бы армия потенциальных изобретателей вышла на поле с полным знанием того, что наука уже сделала, завоевание новой территории было бы быстро завершено ". По этому поводу говорит м—р Лестер Аллен: "Хотя редко встречается человек, настолько высоко наделенный от природы изначальными способностями, что мы называем его талант гениальным, в конечном итоге будет обнаружено, что его изобретательская сила заключается не в какой—то смутной, таинственной интуиции, а в логическом уме, который может делать правильные выводы из установленных предпосылок; в аналитическом уме, который позволяет ему рассуждать на основе правильных данных, обнаруживая те, которые ложны; в естественных и культивируемых способностях восприятия, которые позволяют ему определять действие данного набора условий, и благодаря упражнению которых он способен четко расставлять перед собой цели". ментальное видение - точное утверждение или пропозиция, которые определяют то, что должно быть выполнено; в способности концентрировать свое внимание на рассматриваемой проблеме, исключая на данный момент все остальное, и в настойчивости, которой нельзя отказать, - эта неудача не может изжить себя ".

Многое еще предстоит выяснить.

"Многим, " говорит сэр Майкл Фостер, профессор физиологии в Кембридже, " кажется, что научные знания развиваются семимильными шагами; каждый день приносит новые открытия, открывая странные взгляды, переворачивая старые идеи с ног на голову. И все же каждый вдумчивый человек науки, который наблюдал за тем, что делают другие, кроме него, скажет вам, что ничто так не тяготит его разум, как это: множество вопросов, громко требующих ответа, и малочисленность тех, у кого одновременно есть способности, средства и возможность попытаться найти ответы. Среди множества потребностей нуждающегося века лишь немногие, если таковые вообще имеются, кажутся ему более насущными, чем адекватное поощрение и поддержка научных исследований ". Имея в виду свою собственную область науки, он продолжает: "Мы хотим узнать больше о причинно-следственных связях и распространении болезней, а также об обстоятельствах, влияющих на здоровье, прежде чем мы сможем с уверенностью принять закон об успехе. Дома мы хотим больше знать о распространении туберкулеза, брюшного тифа и других инфекционных заболеваний; мы хотим больше знать о надлежащих средствах обеспечения того, чтобы вода, которую мы пьем, пища, которую мы едим, и воздух, которым мы дышим, не были

каналами распространения болезней; мы хотим больше знать о невидимых эльфийских микроорганизмах, которые кишат вокруг нас, узнать, кто наши друзья, а кто враги, как питать одних, как победить других; мы хотим знать, как наилучшим образом защитить человека на фабрике и в мастерской от действий других. мужчина".

Что касается небольшого числа тех, кто обладает высочайшими способностями к оригинальным исследованиям, кто способен внести заметный вклад в известную истину, профессор Саймон Ньюкомб из Вашингтона, признанный декан факультета естественных наук в Америке, сказал: "Впечатляет мысль о том, как мало людей нам пришлось убрать с лица земли за последние три столетия, чтобы остановить развитие нашей цивилизации. В семнадцатом веке были бы только Галилей, Ньютон и несколько других современников; в восемнадцатом их можно было бы пересчитать по пальцам; и они не вытеснили девятнадцатого. Даже сегодня почти каждое крупное учреждение научных исследований обязано своим существованием какому-то одному человеку, который, как его основатель или возрожденец, вдохнул в него дыхание жизни. Если мы думаем о человеческой личности как охватывающей не только разум и тело, но и все, что мозг привел в движение, тогда сегодняшнюю Гринвичскую обсерваторию можно назвать Эйри; обсерваторию Пулковой - Струве; немецкий рейхсканцлер - Гельмгольц; Смитсоновский институт - Генри; Гарвардский музей сравнительной зоологии - Агассис; Гарвардскую обсерваторию - Пикеринг".

Планирую расследование.

Покойный профессор Роберт Х. Терстон из Корнельского университета однажды сказал: "Методы планирования научного исследования включают, во—первых, точное определение проблемы, которую необходимо решить; во-вторых, они включают в себя установление "уровня техники", как сказал бы инженер, пересмотр предыдущих работ в той же и смежных областях и попытку привести все доступные знания в соответствие с конкретным рассматриваемым случаем; затем исследователь ищет информацию, которая позволит ему, если возможно, сформулировать какую-либо теорию или гипотезу относительно системы, в рамках которой он предполагает провести свой эксперимент, свои исследования и свою логическую работу, например: это послужит ему руководством для наиболее эффективного руководства его работой.

"Эмпирические системы, основанные на воображении и даже на догадках, или, возможно, отсутствие системы, имеют свое место в научных исследованиях. Тусклая титаническая фигура Коперника, кажется, поднимается над окружающими его унылыми равнинами, пронзает своей головой окутывающий их туман и ловит первый отблеск восходящего солнца. Но сначала Коперник высказал проницательную догадку, а затем последовала математическая работа и подтверждение. . . . Кеплер также был силен почти вне конкуренции в умозрительной тонкости и врожденном математическом восприятии. ... В течение девятнадцати лет он угадывал решение четко определенной проблемы, каждый раз обнаруживая, что его предположение неверно, пока, наконец, окончательная проверка последней гипотезы не привела к выводам, подтвержденным наблюдением. Его первое предположение состояло в том, что орбиты планет были круглыми, затем - что они были овальными, и, наконец, что они были эллиптическими ".

Паскаль, великий в том, что он знал, был велик и в том, кем он был. Уолтер Патер так описывает свои способности: "Скрытое за кажущейся требовательностью его любимых занятий, воображение, даже в них, играло большую роль. Физика и математика были для него в основном вопросами интуиции, предвидения, преждевременных открытий, коротких путей, превосходных догадок. Это был изобретательный элемент в его работах и его манера

рисовать вещи, которые удивляли тех, кто был наиболее сведущ в суждениях. Утверждается, что он мог бы сам открыть для себя математические науки, если бы его отец, как он когда-то намеревался сделать, не позволил ему обучаться им”.

Такой дар интуиции, какой продемонстрировал Паскаль, не выпал на долю Бюффона, который говорит нам: “Изобретательность зависит от терпения. Долго размышляйте над своим предметом. Это будет постепенно разворачиваться само по себе, пока электрическая искра на мгновение не сотрясет мозг”.

Что касается способов, в которых проявляется изобретательство, г-н Уильям Х. Смит говорит: “Исследуйте наугад любое из полудюжины направлений механических изобретений, одна общая для всех них характеристика мгновенно привлечет внимание — они представляют собой не что иное, как простое порождение ручных процессов и машин прежних времен. Некоторые операции, однажды выполненные ручными инструментами, ускоряются с помощью устройства, которое позволяет задействовать как ногу, так и руку. Затем подается питание; управление рукой или ногой, или и тем и другим, становится автоматическим, и, возможно, в качестве еще большего усовершенствования несколько из этих автоматических устройств объединяются в одно. Все это время фундаментальной основой является старый, оригинальный ручной процесс; следовательно, за исключением крайне маловероятного случая, когда это был наилучший из возможных методов, все последовательные улучшения направлены просто не на реальную новизну, а на простую модификацию и умножение. Наиболее важные и радикальные отклонения от старых методов, с помощью которых многие отрасли промышленности мира были полностью преобразованы, почти всегда совершаются людьми, совершенно не осведомленными о принятой практике в соответствующей конкретной отрасли. Первой и наиболее важной предпосылкой для изобретательства является абсолютно четкое понимание и всестороннее понимание всех условий, связанных с проблемой. Схема развития изобретательности должна частично включать: — (1) Точное и методичное наблюдение. (2) Развитие памяти и способности к ассоциированию. (3) Развитие четкой визуализации. (4) Логические рассуждения, основанные на фактическом наблюдении. Курс должен включать упражнения по рисованию с простых объектов и решение простой задачи, например, с аппаратом для пайки консервных банок ”.

Долг перед исследованиями в области медицины.

Исследователи никогда не бывают так полезны, как тогда, когда они совершенно бескорыстны; пусть они находят то, что могут, это либо будет иметь ценность само по себе, либо приведет к чему-то, что имеет. Доктор Пай—Смит говорит:-

“На каждом шагу науки обнаруживались факты, которые не имели ценности в момент их открытия, но которые мало-помалу выстраивались в ряд и приводили к применениям высочайшей важности — наблюдение потускнения серебра, подергивания лягушачьей лапки послужило источником фотографии и телеграфии; абстрактная проблема самопроизвольного зарождения дала начало антисептике хирургии. ... В медицине, как и в любом другом практическом искусстве, прогресс зависит от знаний, а к знаниям нужно стремиться ради них самих, не ища постоянного практического применения. Великое открытие Харвеем циркуляции крови было строго физиологическим открытием и не оказывало большого влияния на искусство врачевания до изобретения аускультации. Точно так же исследование Дюбуа Реймона электрических свойств мышц и нервов было чисто научным, но мы используем полученные таким образом результаты каждый день для диагностики заболеваний, их успешного лечения и, что едва ли менее важно, для демонстрации лжи, с помощью которой название электричества используется в корыстных

целях. Эксперименты с кровяным давлением, начатые Хейлзом и доведенные Людвигом до успешного выпуска в наше время, уже привели к знаниям, которыми мы пользуемся каждый день у постели больного, и которым требуется только открытие лучшего метода измерения кровяного давления в течение жизни, чтобы стать одним из наших передовых и наиболее практичных вспомогательных средств в лечении. Опять же, большинство из нас помнит, что использовали очень несовершенные физиологические знания, чтобы более или менее успешно определить локализацию органического поражения мозга. Я также помню, что подобные попытки описывались как простая научная игра, выиграть в которую можно было только после поражения игрока, поскольку, когда точность диагноза была установлена, его цель уже была потеряна; но кто скажет это сейчас, когда чисто физиологические исследования и чисто диагностический успех привели к одному из самых блестящих достижений практической медицины - оперативному лечению органических заболеваний мозга?”

Профилактика болезней, столь же важная, как и их лечение, в неоплатном долгу перед Луи Пастером. Де Вариньи говорит в “Экспериментальной эволюции”:

“Пастер около 1850 года потратил много времени на, казалось бы, очень умозрительные и очень праздные исследования диссимметрии и симметрии в различных кристаллах, особенно в кристаллах винной кислоты; практическая ценность таких исследований, казалось, была нулевой, и, во всяком случае, они не представляли никакого интереса, за исключением прояснения некоторых моментов в кристаллографии. Но это исследование логически привело к изучению ферментации, и конечным результатом работы Пастера стало — за исключением начальных этапов — открытие реальной причины большого количества заболеваний, излечение от одного из них и основанное на фактах ожидание, что все эти болезни можно победить соответствующими методами ”.

То, что верно в медицине, в равной степени верно и в физике. Что касается долга изобретателя перед человеком, занимающимся физическими исследованиями, мистер Аддисон Браун может сказать следующее:

Исследования в области физики и химии.

“Несколько недель назад я разговаривал с электриком, который сделал несколько очень интересных и важных изобретений. Я спросил его, насколько важным, по его мнению, является тот факт, что ученые-затворники, так называемые первопроходцы, в течение последних пятидесяти лет разрабатывали великие изобретения электричества — телеграфы, кабели, телефоны, электрическое освещение, электродвигатели; и не были ли эти достижения на самом деле заслугой в основном практиков, изобретателей, которые знали, к чему стремятся, а не людей науки, которые редко применяли свою работу на практике. Он сказал: ‘Ученые имеют первостепенное значение; все, что было сделано, основывалось на том, что они ранее открыли, и на принципах и законах, которые они установили. В настоящее время мы никогда не работаем наугад — я иду в свою лабораторию, изучаю применение принципов, фактов и законов, разработанных такими великими учеными, как Фарадей, Томсон и Максвелл, и пытаюсь найти такие устройства, которые обеспечат достижение моей цели". Как сказал Тиндаль, "За всеми нашими практическими приложениями стоит область интеллектуальной деятельности, в которую практичные люди редко вносили свой вклад, но из которой они черпают все свои ресурсы. Отрежьте их от этого региона, и они в конечном итоге станут беспомощными”.

Исследования ценятся только тогда, когда приносят плоды благодаря сотрудничеству. Процитирую профессора Тиндалла:—

“Для поддержания здорового функционирования науки необходимы три класса работников: (1) Исследователи естественной истины, призвание которых состоит в том, чтобы преследовать эту истину и расширять область открытий ради нее самой, без привязки к практическим целям. (2) Учителя, которые распространяют эти знания. (3) Те, кто применяет эти принципы и истины, чтобы сделать их доступными для удовлетворения потребностей, комфорта или роскоши жизни. Эти три класса должны сосуществовать и взаимодействовать”.

Что касается более масштабных проблем инженерных исследований, профессор Осборн Рейнольдс из колледжа Оуэнс в Манчестере говорит:—

“Каждый, кто обращал внимание на историю механического прогресса, должен был быть впечатлен небольшим количеством зарегистрированных попыток решить более широкие вопросы в технике с помощью систематических экспериментов, а также великолепными результатами, которые в конечном итоге, по-видимому, стали результатом этих немногих исследований. Я говорю ‘по-видимому", потому что несомненно, что были и другие исследования, которые, вероятно, из-за неспособности достичь какой-то непосредственной цели не были зарегистрированы, хотя они, возможно, дали ценный опыт, который, хотя и не был занесен в протокол, прежде чем о нем забыли, привел к другим попыткам. Но даже если отбросить такие утерянные исследования, совершенно очевидно, что науке о механике в прошлом очень мешало отсутствие достаточного стимула к проведению экспериментов для решения вопросов, имеющих первостепенное значение для научного прогресса, но не обещающих финансовых результатов, научных вопросов, которые требовали больших затрат времени и денег, чем могли себе позволить отдельные люди. Инженеры-механики недавно побудили мистера Бошана Тауэрса провести его знаменитые исследования трения смазанных цапф, результаты которых, безусловно, заслуживают внимания как один из важнейших шагов в области механики ”.

Лорд Рэлей сказал:

“Нынешнее развитие электричества в больших масштабах зависит от лампы накаливания в такой же степени, как и от динамо-машины. Для успешной работы этих ламп требуется очень идеальный вакуум — должно оставаться не более одной миллионной нормального количества воздуха. Интересно вспомнить, что в 1865 году такой вакуум был редкостью даже в лаборатории физика. Можно с уверенностью сказать, что эти замечательные результаты никогда бы не были достигнуты, если бы речь шла только о практическом применении. Путь был подготовлен армией людей, главной целью которых был прогресс знаний, и которые едва ли могли себе представить, что разработанные ими процессы вскоре будут использоваться в коммерческих масштабах и переданы в руки обычных рабочих ”. Он добавляет: “Требования практики самым благотворным образом воздействуют на научное электричество. Точно так же, как в прежние времена наука получила стимул от применения телеграфии, при котором все, что связано с измерениями в малом масштабе, приобрело важность и развитие, которых в противном случае нам, возможно, пришлось бы долго ждать, так и теперь требования электрического освещения дают толчок новому развитию искусства измерений в большом масштабе, которое не может не иметь как научного, так и практического значения ”.

Относительно территории, которая, вероятно, принесет исследователю больше всего плодов, он замечает: “Заброшенная пограничная земля между двумя отраслями знания

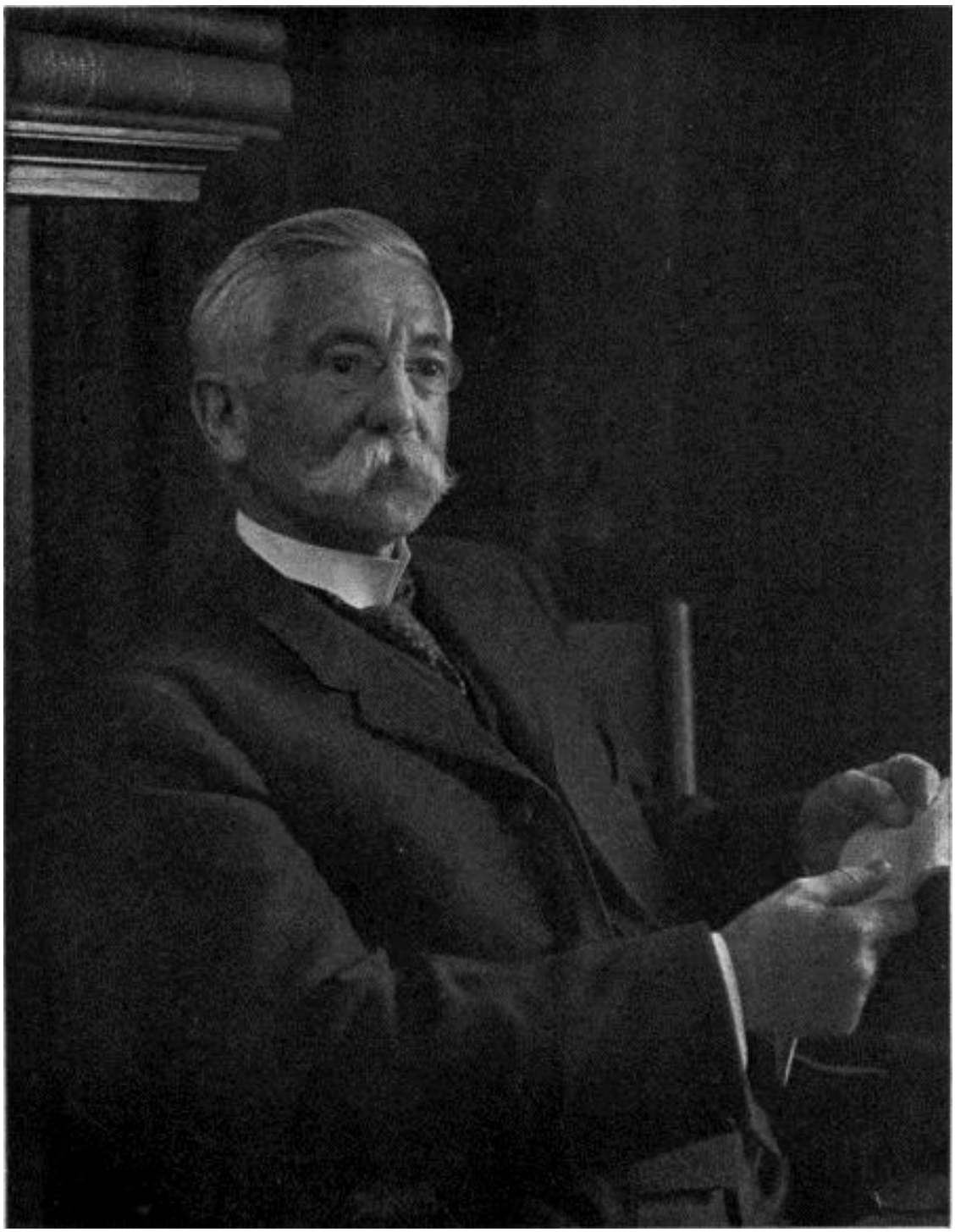
часто является тем, что лучше всего окупается при возделывании; или, используя метафору Максвелла, наибольшие выгоды могут быть получены от взаимного обогащения наук”.

Пример Германии.

Почему Германия лидирует в мире в области науки, становится ясно, когда мы наблюдаем за ее координацией промышленности с высшим образованием и оригинальными исследованиями. Профессор Вильгельм Оствальд сказал: “Когда студент в Германии заканчивает свой университетский курс, он по-прежнему полностью свободен в выборе между научной и технической карьерой. ... Профессия химика-техника в works очень часто носит почти такой же научный характер, как и в университетской лаборатории. ... Организация изобретательской деятельности в промышленных масштабах в Германии, насколько я знаю, уникальна в мировой истории и является самой сердцевиной наших великолепных триумфов. На каждом крупном заводе большая часть научного персонала — а на одном заводе часто насчитывается более ста докторов философии — занята не управлением производством, а созданием изобретений. Исследовательская лаборатория в таких работах отличается от университетской только тем, что она более роскошно оборудована. Я слышал от руководителей таких предприятий, что у них нередко есть люди, которые проработали четыре года без практического успеха; но если они знают, что они обладают способностями, они, несмотря на это, удерживают их, и в большинстве случаев с окончательным успехом, достаточным для оплаты всех расходов ”.

Помощь мистера Карнеги в проведении оригинальных исследований.

В 1902 году мистер Эндрю Карнеги, пожертвовав десять миллионов долларов, основал в Вашингтоне Институт оригинальных исследований Карнеги. Его президентом является доктор Р. С. Вудворд, ранее работавший в Колумбийском университете, Нью-Йорк. Одним из первых предприятий было создание в Колд-Спринг-Харбор, Нью-Йорк, станции экспериментальной эволюции под руководством доктора Чарльза Б. Дэвенпорта. Здесь будут продолжены замечательные эксперименты доктора Хьюго де Фриза из Амстердама, который обнаружил, что крупноцветковая вечерняя примула внезапно дает начало новым видам. Проводятся и другие эксперименты, касающиеся изменчивости насекомых, гибридизации растений и животных. Морская биологическая лаборатория была создана на Тортугасе, Флорида; и пустынная ботаническая лаборатория в Тусоне, Аризона. В отношении грантов на самые разнообразные цели политика Учреждения ясна: оказывается помощь только тем исследованиям, которые обещают принести плоды, и в каждом случае получатель гранта должен быть человеком с доказанными способностями, при этом следует проявлять осторожность, чтобы не дублировать уже имеющуюся работу в другом месте или выполнять задания производственного характера. Опыт уже показал, что лучше ограничить исследования несколькими крупными проектами, чем помогать многим мелким исследованиям сравнительно небольшими грантами.



Доктор Р. С. ВУДВОРД,
президент Института Карнеги, Вашингтон, Округ Колумбия

Одно направление работы напоминает нам о методе г-на Карнеги при создании публичных библиотек — дополнении духа местной публики щедрыми подарками. Во многих случаях университет или обсерватория запускают исследование, которое вскоре выходит за рамки их собственных небольших средств; тогда помощь Института Карнеги приводит в порт судно, которое в противном случае могло бы оставаться в море неопределенно долгое время. Позвольте упомянуть несколько типичных примеров такого рода: — Обсерватории Дадли, Олбани, Нью-Йорк, и Лик обсерватория, Калифорния, получили помощь в проведении своих наблюдений и вычислений; Йеркской обсерватории, Висконсин, была оказана помощь в измерении расстояний до неподвижных звезд. Среди других продвигаемых исследований

были изучение редкоземельных элементов и термическая обработка некоторых высокоуглеродистых сталей. Смежная область машиностроения не была оставлена без внимания: были выделены средства на эксперименты по исследованию сопротивления судов и тяги, на определение ценности пара высокого давления при эксплуатации локомотивов. В геологии было продолжено исследование фундаментальных принципов, а также специфической проблемы течения горных пород под сильным давлением. Профессору У. О. Этуотеру из Уэслианского университета в Миддлтауне, штат Коннектикут, оказали неоценимую помощь в его замечательном исследовании экономики пищевых продуктов. В allied science of preventive medicine выделен грант на продвижение изучения змеиных ядов и борьбу с прививками.

Позднее Учреждение, возможно, примет планы, рекомендованные выдающимися консультантами в ранге профессора Саймона Ньюкомба, который указывает, что анализ и обобщение сегодня гораздо более необходимы, чем дальнейшие рутинные наблюдения. У него также было веское слово относительно желательности объединения для взаимного истощения и обсуждения людей в смежных областях работы, которые рассматривают серьезную проблему с разных точек зрения.

Говоря об изучении человеческой жизни и общества, профессор Карл Пирсон ясно указывает, что для того, чтобы исследования были плодотворными, необходима как тщательная подготовка, так и обоснованные теории. В письме в Институт Карнеги он говорит: “Биологические и социологические наблюдения в слишком многих случаях имеют самую низкую ценность. Даже когда наблюдатели начали осознавать, что точная наука проникает в биологическую и социологическую области, они не поняли, что тщательное обучение новым методам является необходимым предварительным условием для эффективной работы, даже для сбора материала. Они поспешили измерить или сосчитать каждую живую форму, на которую смогли наткнуться, не спланировав с самого начала концепции и идеи, которые должны были проиллюстрировать их наблюдения. Я сомневаюсь, что даже небольшая часть биометрических данных, накапливаемых в Европе и Америке, могла бы с помощью какой-либо изобретательности обеспечить ценные результаты, и человек, способный заставить это дать их, был бы лучше занят сбором и сокращением своего собственного материала ”.

Профессор Эдвард К. Пикеринг, директор Гарвардской обсерватории, предложил астрономам всего мира объединиться в комитет полного состава для решения важных вопросов, работа должна быть должным образом распределена между обсерваториями, наилучшим образом расположенными и оснащенными для выполнения конкретных задач, с тем чтобы избежать повторений и придерживаться единого всеобъемлющего плана. Не только в астрономии, но и во всех областях науки такая согласованная атака имела бы огромное значение. В машиностроении, например, возникают вопросы, касающиеся долговечности сталей и других строительных материалов, исследование которых дало бы богатый урожай каждому практикующему инженеру на земном шаре. Можно ожидать, что в осуществлении координации такого рода Институт Карнеги сыграет заметную роль в науке двадцатого века.

ГЛАВА XX
НАБЛЮДЕНИЕ

На что обращать внимание . . . Мы можем не увидеть того, чего не ожидаем увидеть . . . Линзы открывают миры, большие и малые, невидимые иным образом . . . Наблюдатели за небесами и жизнью на морском побережье . . . Коллекции помогают открытиям. . . Счастливые случайности обернулись прибылью. . . Ценность свежего взгляда . . .Народные поверья могут основываться на правде . . . Инженер, обученный банковской ласточкой.

Способность наблюдать - неизменный признак изобретателя или первооткрывателя: это в такой же степени вопрос ума, как и зрения. Ботаник, чутко улавливающий разнообразие оттенков, форм листьев, усиков и лепестков, может не обратить внимания на наслоения, которые часами приковывают к себе взгляд геолога. Каждый видит то, о чем он знает, что его интересует, на что у него есть силы и желание посмотреть. Когда Фарадея просили стать свидетелем эксперимента, он всегда спрашивал: “Что именно я должен искать?” Он знал, как важно концентрировать свое внимание на самом яблочке мишени.

Как много значит правильное наблюдение, так сказал Джон Стюарт Милль: “Наблюдатель - это не тот, кто просто видит вещь, находящуюся перед его глазами, но тот, кто видит, из каких частей эта вещь состоит. Один человек по невнимательности или присутствуя только в неподходящем месте, упускает из виду половину того, что он видит; другой излагает гораздо больше, чем он видит, путая это с тем, что он воображает, или с тем, что он заключает; другой обращает внимание на *вид* всех обстоятельств, но, будучи неопытным в оценке их степени, оставляет количество каждого расплывчатым и неопределенным; третий действительно видит целое, но делает такое неуклюжее разделение его на части, сваливая в одну массу то, что требует разделения, и отделяя другие, которые было бы удобнее рассматривать как одно целое, что в результате получается это почти то же самое, иногда даже хуже, чем если бы вообще не предпринималось попыток анализа ”.

То, как исследователь способностей может стать свидетелем нового факта, не осознавая, что он указывает на великую индустрию, показано на примере лорда Дандональда. В 1782 году или около того, недалеко от аббатства Калросс в Шотландии, он построил печь для обжига смолы. Заметив легковоспламеняющуюся природу пара, возникающего при перегонке смолы, граф в порядке эксперимента подсоединил ружейный ствол к выпускной трубе, ведущей из конденсатора. При поднесении огня к дулу яркий свет вспыхнул над водами Фрита, отчетливо видимый на противоположном берегу. Вскоре после этого изобретатель посетил Джеймса Уатта в Хэндсворте, недалеко от Бирмингема, и рассказал ему о газовом освещении в печи, но его хозяин не обратил на это внимания. Однако его ассистент Уильям Мердок был впечатлен этой историей и несколько лет спустя применил газ для освещения завода в Сохо, где производились двигатели Уатта. Это было началом газового освещения как практического бизнеса.

Профессор Адам Седжвик из Кембриджского университета, известный как геолог, и Чарльз Дарвин однажды совершили экскурсию по Уэльсу среди признаков необычайного интереса, которых ни один из них не заметил. Дарвин рассказывает нам: “У меня был поразительный пример того, как легко упускать из виду явления, какими бы заметными они ни были, до того, как они были кем-либо замечены. Мы провели много часов в Cwm Idwal, с особой тщательностью исследуя скалы, поскольку Седжвик стремился найти в них окаменелости, но ни один из нас не заметил ни малейшего следа чудесных ледниковых явлений вокруг нас; мы не заметили четко очерченных скал, торчащих валунов, боковых и конечных морен, однако эти явления настолько бросаются в глаза, что, как я заявил в статье, опубликованной много

лет спустя, дом, сгоревший дотла, не мог рассказать свою историю яснее, чем эта долина. Если бы он был заполнен ледником, явления были бы менее отчетливыми, чем сейчас ". Позднее, когда наблюдательность Дарвина обострилась в высшей степени, он заметил птичьи лапки, покрытые грязью. Более ранние наблюдатели полагали, что это довольно распространенный факт, на котором не стоит зацикливаться. Дарвин так не думал. Он тщательно вымыл птице лапки и, посадив удаленные твердые частицы, был вознагражден несколькими странными растениями, привезенными издалека его крылатым гостем.

Двоюродный брат Чарльза Дарвина, Фрэнсис Гальтон, является выдающимся исследователем. В исследовании зрительной памяти, способности, в которой наблюдательность приносит свои лучшие плоды, он говорит:

"Ошибочно полагать, что острое зрение сопровождается ясной зрительной памятью. У меня есть немало примеров, в которых подчеркнуто подчеркивается независимость двух способностей; и у меня есть по крайней мере один ясный случай, когда большой интерес к очертаниям и точное восприятие прямоты, прямоугольности и тому подобного не сопровождается способностью к визуализации ".

Новый инструмент, машина или двигатель представляются его создателем задолго до того, как они обретут реальную форму; все, что он видит полезного, он сразу же встраивает в свой дизайн, все остальное, каким бы интересным само по себе оно ни было, он пропускает мимо ушей.

Думайте о птицах, и Вы увидите Птиц.

"Если мы будем думать о птицах, мы будем видеть птиц, куда бы мы ни пошли", - говорит Джон Берроуз. Верный и точный наблюдатель, замечающий птиц и зверей, камни и листья, может, наконец, наткнуться на цветок, который открывает совершенно новую сферу знаний, например, когда впервые было замечено, что солнечная роса с круглыми листьями заманивает насекомых в ловушку и питается ими. Многое также зависит от сравнений, которые приходят в голову только уму одновременно широкому и бдительному. Весной и в начале лета можно заметить несколько листьев, растущих прямо из ствола дерева, иногда у самой земли. У кленов эти листья явно уже, чем у тех, что растут на ветвях обычным способом, и они часто имеют красноватый оттенок. Сравнивая разновидность таких листьев с ископаемыми отпечатками родственных видов, профессор Роберт Т. Джексон из Бостона наткнулся на интересное открытие. Он обнаружил, что эти отдельные листья очень похожи на те, что были у далеких предков наших нынешних деревьев: они являются давним напоминанием о далеком дне.

Столь же проницательная наблюдательность спасла апельсиновые рощи Калифорнии от уничтожения рифленым чешуйчатым насекомым. В 1890 году или около того производители апельсинов, доведенные до крайности, обратились за советом к профессору К. В. Райли, энтомологу Департамента сельского хозяйства Вашингтона. Он спросил: "Откуда взялся вредитель?" "Из Австралии", - последовал ответ. "Там это большая неприятность?" "Не особенно". "Тогда что же удерживает его внизу, что на него охотится?" "Ничего особенного", - последовал ответ. Неудовлетворенный этим ответом, профессор Райли отправил в Австралию опытного энтомолога и проницательного наблюдателя, мистера Альберта Кебеле, который собрал различных насекомых, которые, как было замечено, питались рифленой чешуей. Раздавая их по прибытии в Калифорнию, он был достаточно удачлив, чтобы обнаружить, что одна из его помощниц-эмигрантка, леди берд, *Ведалия кардиналис*, так

ненасытно питалась рифленой чешуей, что ее разрушительный эффект был ограничен вполне умеренными пропорциями.

Это был столь же дисциплинированный глаз, который в лаборатории первым заметил, что воздух непроводящий до тех пор, пока через него не пройдет рентгеновский луч, когда он становится проводящим в заметной степени. Область радиоактивности, на которую мы обратили внимание в этой книге, обязана своим развитием наблюдателям, стремящимся замечать явления, совершенно непохожие на те, которые ранее были видны человеческому глазу. Часто внимательные наблюдатели узнают то, что никогда не могли себе представить возможным: при изготовлении винтовок тенденция сверл, которые вращаются почти тысячу раз в минуту, следовать осевой линии вращающегося стержня - это факт, который можно объяснить после наблюдения, но который никто не смог бы предсказать.

Однажды на канале Глазго и Ардроссан резвая лошадь испугалась; затем с удивлением было замечено, что лодка "Рейт", к которой она была прикреплена, несмотря на свою возросшую скорость, двигалась по воде с меньшим сопротивлением, чем раньше. С таким экстраординарным эффектом судно поднялось на гребень волны собственного творения. "Рейт", - сказал мистер Скотт Рассел, - "весил 10 239 фунтов, и требовалось усилие в 112 фунтов, чтобы тащить его со скоростью 4,72 мили в час; 275 фунтов - со скоростью 6,19 мили в час и всего 268½,, фунта со скоростью 10,48 мили в час". Таким парадоксальным образом было отменено правило о том, что сопротивление судна быстро возрастает при движении по воде. Г-н Рассел добавил: "Некоторое время назад большой канал в Англии был закрыт для широкой торговли из-за нехватки воды, из-за засухи глубина уменьшилась с 12 до 5 футов. Затем было обнаружено, что движение легких лодок стало более легким, чем раньше; причина была очевидна. Скорость волны была настолько уменьшена уменьшением глубины, что вместо того, чтобы оставаться позади волны, суда плыли на ее вершине".

Пристани Джеймса Б. Идза на Миссисипи.

Одной из самых сложных проблем, когда-либо решенных американским инженером, было обеспечение безопасности плавания судов с довольно большой осадкой в нижних притоках Миссисипи. Трудности были преодолены Джеймсом Б. Идсом из Сент-Луиса в его системе причалов. По словам его биографа мистера Луиса Хау, он заметил, что при прочих равных условиях количество наносов, которое может нести река, прямо пропорционально ее скорости. Когда по какой-либо причине течение замедляется в каком-либо особом месте, оно сбрасывает часть своего наноса в этом месте, а когда оно снова становится быстрее, оно поднимает еще больше. Итак, одна вещь, которая замедляет течение реки, - это увеличение ее ширины, потому что тогда увеличивается поверхность трения; и наоборот, одна из вещей, которая делает ее быстрее, - это уменьшение ее ширины. Затем сузьте Миссисипи в ее устье, сказал Идз, и там она станет быстрее, и, следовательно, ее мягкое дно очистится от наносов (которых тогда в нем останется гораздо больше), и, унося их в залив, чтобы они затерялись на большой глубине и были унесены течением, вы получите свой глубокий канал. Другими словами, если вы окажете реке некоторую помощь, поддерживая ее течение, она сама выполнит всю необходимую работу и вычистит свое дно. Это здравое рассуждение, основанное на наблюдении как таковом, было должным образом воплощено в серии проектов, которые оказались успешными.

Наблюдение предполагает Эксперимент.

Такая река, как Миссисипи, берущая начало на аллювиальной равнине, имеет изгибы, которые продолжают увеличиваться из-за размыва внешних берегов и отложения ила, песка и гравия на внутреннем берегу. В 1876 году на собрании Британской ассоциации содействия развитию науки в Глазго профессор Джеймс Томсон продемонстрировал модель, которая сделала феномены данного случая совершенно ясными. Из-за поворота вытекал ручей шириной в восемь дюймов и глубиной менее двух дюймов. При повороте на этот изгиб вода оказывала центробежную силу, в то время как тонкий слой воды на дне, представляющий собой аналогичный слой вблизи русла реки, задерживался из-за своего трения с остальной частью потока, оказывая меньшую центробежную силу, чем аналогичные участки более крупного водоема, текущие по нему дальше от дна. Следовательно, придонный слой тек наискось через канал к внутреннему берегу; поднимаясь в своем замедленном движении между быстро текущей водой, он защищал внутренний берег от размыва. В то же время это замедленное течение принесло с собой песок и другой обломок со дна, должным образом отложившийся вдоль внутреннего берега ручья.

Инструментальные средства наблюдения.

Способности глаза, какими бы острыми они ни были, имеют узкие пределы; поэтому неоценима ценность микроскопа, телескопа и фотоаппарата, которые позволяют просматривать бесчисленные изображения, невидимые иным способом. Давайте обратим внимание на то, как на заре развития инструментальных средств великий наблюдатель просто упустил из виду явление чрезвычайной важности — черные линии солнечного спектра, на которых Фраунгофер, оптик из Мюнхена, основал свой спектроскоп. Посылая солнечный луч через линзу и призму, сэр Исаак Ньютон пропускал лучи через продолговатую щель, иногда достигавшую одной двадцатой дюйма. Он увидел знакомые цвета, от красного до фиолетового, и ничего больше. Даже с помощью корончатой линзы, такой, какой он, вероятно, пользовался, отчетливо видны четыре линии; то есть они видны наблюдателю, который их ищет, сегодня. Насколько нам известно, в 1802 году эти линии были впервые зафиксированы доктором Волластоном, который нарисовал шесть из них на диаграмме, прилагаемой к статье в Philosophical Transactions. Четыре из этих линий он рассматривал как границы цветов спектра; относительно двух других линий он не пытался ничего объяснить. Он использовал призмы из различных материалов, но не обнаружил изменений в линиях, когда изучал солнечный луч. Когда он пользовался свечами или электрическим освещением, ему казалось, что внешний вид меняется, почему, он не мог бы объяснить. В 1814 году Фраунгофер подробно рассмотрел эти линии, нанес их на карту и доказал, что они идентифицируют элементы, давно известные химикам. Создавая свой спектроскоп, он предоставил химику, физику и астроному инструмент для исследований, достойный места рядом с микроскопом или телескопом.

Доктор Волластон в 1802 году, как мы видели, стоял на пороге спектроскопии, сам того не подозревая. В том же году он провел эксперимент, который привел его в область фотографии, не осознавая возможностей этого замечательного искусства. Он взял бумагу, обмакнутую в муриат серебра, и уловил на ее поверхности оттиски ультрафиолетового света солнечного спектра. Эти лучи в виде колец отражались от тонкой воздушной пластины, как в случае с цветами тонких пластинок, на расстояниях, соответствующих их надлежащему месту в спектре. Так была установлена тесная аналогия между видимыми и невидимыми лучами, и с помощью метода, предназначенного для того, чтобы дать человечеству

универсальный лимнер в свете всех видов и в большом количестве сияния, которое вообще не является светящимся.

Два наблюдателя Небес.

Эдвард Эмерсон Барнард из Йеркской обсерватории, Уильямс-Бей, Висконсин, входит в первый ряд ныне живущих астрономов. Среди его многочисленных открытий наиболее примечательным является открытие пятого спутника Юпитера в обсерватории Лик. Его ранняя работа в обсерватории Вандербильта в Нэшвилле полностью оправдала его последующие достижения. Однажды вечером в ноябре 1883 года он наблюдал за затмением луной хорошо известной звезды *Бета Козерога*. Он терпеливо ждал своей возможности; такое затемнение лучше всего видно, когда луна представляет собой небольшой полумесяц, когда звезда исчезает за темным изгибом луны, где ее лучи не пересиливают слабый звездный луч. Когда луна проходит между глазом и неподвижной звездой, звезда исчезает мгновенно. На том расстоянии, с которого мы смотрим на нее, звезда представляет собой всего лишь точку, а поскольку у Луны нет атмосферы, в тот момент, когда край лунной поверхности касается линии, соединяющей глаз наблюдателя со звездой, она исчезает из поля зрения. Когда луна проходила перед *Бета Козерога*, мистер Барнард заметил, что вместо того, чтобы исчезнуть сразу, произошло внезапное частичное уменьшение света звезды, а затем полное исчезновение оставшейся точки. Интервал между уменьшением и полным исчезновением света занимал всего несколько десятых доли секунды, но этого было достаточно, чтобы сосредоточить его острый ум на исследовании. Мистер Барнард в астрономическом журнале привлек внимание к этому явлению и предположил, что вместо одной звезды, как предполагалось ранее, на самом деле существуют две звезды, расположенные так близко друг к другу, что в обычный шестидюймовый телескоп, которым он пользовался, они кажутся одной. Он также сделал вывод, что один из них должен быть намного ярче другого, потому что в начале изменение яркости было меньше, чем в конце. Это предположение вскоре было полностью подтверждено мистером С. В. Бернхэмом на экваториале в восемнадцать с половиной дюймов обсерватории Дирборн в Чикаго, где была обнаружена близкая и неодинаковая двойная звезда, которая осталась бы неразведанной, если бы он использовал менее мощный инструмент.

Этот шербурнец Уэсли Бернхэм - самый успешный первооткрыватель двойных звезд, который когда-либо жил. “Чрезвычайная острота зрения, - говорит профессор Джон Фрейзер, - которая позволяет проводить подобные исследования с высочайшим успехом, является очень редким даром; и обнаружение близких двойников, как в его случае, является его самым суровым испытанием. Измерить звезду, то есть определить с помощью микрометра расстояние и угол расположения спутника относительно главной звезды, — это одно, а найти новые и близкие двойники - совсем другое. Барон Дембовски, самый известный измеритель двойных звезд, не добился успеха как первооткрыватель и признался в своей неспособности найти новые двойники. Однако, когда другой наблюдатель обнаружил нового двойника и приблизительно оценил расстояние и позиционный угол спутника, он смог легко найти и точно измерить его. Когда мистер Асаф Холл в 1877 году обнаружил два спутника Марса и описал их положение, любому астроному, имевшему доступ к большому телескопу Кларка, не составило труда найти их и увидеть все, что видел мистер Холл. Вся трудность заключалась в том, чтобы увидеть их впервые. Помимо способности видеть сложный объект, требуются интеллект и экспериментальные знания предмета, которые так же редки, как и сама зрительная способность. Некоторые из низших животных обладают более острым зрением, чем люди; но они не знают всего, что видят, и не понимают связи с другими фактами. У них хорошее зрение, но им не хватает

проницательности. Способности мистера Бернхэма в обоих этих отношениях экстраординарны ”.

В обсерватории мыса Доброй Надежды были зафиксированы замечательные наблюдения двойных звезд. Сэр Дэвид Гилл, директор, говорит: “В Кейпской обсерватории, как всегда было в других местах, измерение двойных звезд в любом крупном масштабе ждало подходящего человека, который взялся бы за это. Насколько мне известно, нет ни одного примера длинной и ценной серии открытий и наблюдений за двойными звездами, сделанных простым помощником, действующим по приказу. Это особая способность, врожденная способность, наслаждение от проявления исключительной остроты зрения и природной ловкости в сочетании с даром воображения относительно истинного значения того, что он наблюдает, что придает наблюдателю необходимый энтузиазм при наблюдении за двойными звездами. Никакие тренировки или руководство не смогли бы создать Струвеса, Доуза или Дембовски. Великий наблюдатель за двойными звездами рождается, а не делается, и я верю, что никакая обширная серия открытий и измерений двойных звезд никогда не выйдет из обычной обсерватории через сменяющие друг друга директораты, если только не будут специально отобраны люди, которые ранее отличились в этой области работы и которые изначально были привлечены к ней исключительно из-за врожденного вкуса ”.

Взгляд натуралиста.

Иногда говорят, что наблюдательность - это особый дар с ограниченными возможностями, что натуралист видит кости, перья, раковины, потому что ищет их, в то время как оружейник или инженер редко обращает второй взгляд на что-либо, кроме ружей, балок или механизмов.

Из этого правила есть поразительные исключения. Эдвард С. Морс из Салема, Массачусетс, является ведущим американским экспертом по японской керамике. В юности он был железнодорожным чертежником в Портленде, штат Мэн, где его умение обращаться с карандашом и открытия в области естественной истории привлекли к нему внимание Луиса Агассиса. Мальчиком он очень интересовался раковинами своего родного штата; еще до окончания школы он открыл и описал новый вид наземной улитки, *Helix asteriscus*, которую натуралисты старшего возраста считали молодым состоянием другого и хорошо известного вида. В то же время он определил особый характер мельчайшего вида, *Helix minutissima*, который был описан как таковой тридцать лет назад, но более поздние авторитетные источники сочли его детенышем другого вида. Эта способность к различению привела его к демонстрации новой кости в лодыжке птиц, которую Хаксли и другие считали отростком, а не отдельной костью. Это открытие добавило еще один к множеству признаков рептилий, которые были раскрыты в анатомии птиц. Он также бесспорно установил, что плеченогие моллюски, которых всегда считали моллюсками, на самом деле вовсе не моллюски, а родственники червей. В случае с мистером Морсом мы имеем дело либо с человеком, обладающим универсальной способностью к наблюдению, либо обладающим различными способностями восприятия, каждая из которых обычно проявляется отдельно у наблюдателя. Однажды, заметив японца, стреляющего из лука, он занялся изучением положения руки при натягивании лука. Его мемуары на эту тему с иллюстрациями вызвали интерес во всем мире. Продолжая эту тему, он исследовал древний бронзовый предмет с тремя зубцами, который в европейских музеях был обозначен как тетива для лука, показывая, что он не имеет никакого отношения к луку. Будучи глубоко впечатлительным к красоте и разнообразию кровельных плиток в Европе и на Востоке, он впервые дал им классификацию и показал их этнологическое значение. Преподавая естественную историю в Токийском

университете, он собрал японскую керамику, которая сейчас выставлена в Музее изящных искусств в Бостоне и является непревзойденной коллекцией в мире. Его глаз был так же остер в чтении клейма гончара, каким бы стертым и размытым оно ни было, как когда мальчиком в штате Мэн он определял мельчайшие виды наземных ракушек.

Ценность коллекций.

В целом заслуживает похвалы тот дух, который побуждает мальчика или девочку собирать и раскладывать ракушки, обычные полевые цветы, морские водоросли и разнообразные минералы, обнаруженные на железнодорожной разделке. То, что таким образом собирается, сравнивается и изучается, оставит в памяти гораздо более глубокий след, чем то, что можно увидеть на мгновение в музее или общественном саду. И все же для опытного студента музей незаменим: он посвящает недели или месяцы изучению содержимого его витрин, дополняя то, что он узнал в поле, на морском берегу, в лесу. Возьмем, к примеру, защитное сходство, одну из самых увлекательных областей естественной истории. Вот осиная прозрачнокрылая моль. Что сделало ее похожей на осу? Оба ведут один и тот же образ жизни, и хотя оса не охотится на мотылька и каким-либо заметным образом не конкурирует с ним, между этими двумя насекомыми существует жизненно важная связь. Своим жалом оса обладает настолько грозным и тщательно разрекламированным оружием, что, будучи очень похожей на осу, моль, хотя и не имеет жала, способна жить за счет репутации своего соседа и избегать нападения птиц и насекомых, которые сожрали бы ее, если бы не боялись, что это жалящая оса. Сходство настолько велико, что, когда мотылек попадает в руку, он изгибает свое тело в позе, столь похожей на осиную, что серьезно напрягает нервы своего похитителя.

Как получился столь изощренный маскарад? Сначала, много веков назад, существовало слабое сходство между мотыльком и осой; любой мотылек, у которого это сходство было необычно выражено, имел в этом преимущество и, как правило, в какой-то мере оставлялся врагами в покое. Спасаясь таким образом, он мог во все возрастающей степени передавать своему потомству особенности формы и оттенка, пока в быстрой последовательности поколений насекомых, среди столь же быстрого уничтожения сравнительно незащищенных мотыльков, не возникло нынешнее поразительное сходство. Экземпляров такого рода предостаточно, они составляют одни из самых привлекательных экспонатов в Американском музее естественной истории в Нью-Йорке и других крупных музеях. Мистер У. Х. Бейтс, который первым объяснил это сходство, сделал это в результате сравнения множества различных примеров, хранящихся в его шкафах дома, хотя, конечно, его память о привычках, наблюдаемых в полевых условиях, была незаменима. Его обширные коллекции позволили ему показать сразу множество снимков, разделенных большими промежутками времени и пространства. Предоставленная таким образом возможность провести всесторонний анализ сходства в целом побудила его задуматься о первопричине.

Случайное наблюдение.

Случайность сыграла заметную роль как в открытии, так и в изобретении. Натаниэль Хейворд давно заметил, что сера лишает резину липкости. Чарльз Гудиер однажды соединил немного каучука и серы в порядке эксперимента; совершенно случайно он опрокинул часть смеси на горячую плиту. Он сразу понял, что нагрев необходим для того, чтобы сделать резину нечувствительной как к жаре, так и к холоду: он действительно открыл вулканизацию. Примеров такого рода предостаточно в истории любого искусства. Что касается войны с насекомыми-вредителями во Франции, то несколько лет назад было сделано неожиданное бесценное открытие. Однажды осенью виноградные лозы все еще страдали от филлоксеры,

когда плесень, вызванная грибком, начала наносить серьезный ущерб посевам. Было замечено, что при опрыскивании виноградных лоз препаратом blue stone для предотвращения кражи плодов грибок был уничтожен, что привело к наиболее показательному способу поражения многих вредителей, поражающих листья, цветы и плоды.

Джеймс Харгривз однажды видел перевернутую прялку, когда и колесо, и веретено продолжали вращаться на полу. Когда он наблюдал, как веретено таким образом переводится из горизонтального положения в вертикальное, ему пришло в голову, что если расположить таким образом несколько веретен бок о бок, то можно было бы прясть сразу несколько нитей вместо одной. Так возникло прядильное устройство; изобретение, имеющее параллели с несколькими сверлами, ленточными пилами и другими механизмами, которые берут на себя задачу, однажды выполненную одним сверлом, пилой или перфоратором, и одновременно выполняют ее десятью, двадцатью или сотней сверл, пил или перфораторов.

Примерно за тридцать лет до того, как Джосайя Веджвуд заложил фундамент своего будущего преосвященства, случайное наблюдение привело к усовершенствованию фаянсовой посуды в Стаффордшире. Гончар из Берслема, центра гончарного дела и родины Веджвуда, направлявшийся в Лондон верхом, был задержан по дороге воспаленными глазами своей лошади. Увидев, как конюх, конский врач тех времен, обжигает кусок кремня и, растерев его в мелкий порошок, применяет в качестве специального средства для лечения больных глаз, гончару пришло в голову, что этот прекрасный белый порошок в сочетании с глиной, используемой в его ремесле, может улучшить прочность и цвет его посуды. Эксперимент удался, и так началась английская белая посуда, с тех пор производимая в огромных масштабах.

Более важным, чем это открытие нового применения кремневого порошка, было открытие, также случайное, электромагнетизма профессором Эрстедом из Копенгагена. Таким образом, этот инцидент описан в письме Майклу Фарадею от профессора Кристиана Ханстина: —

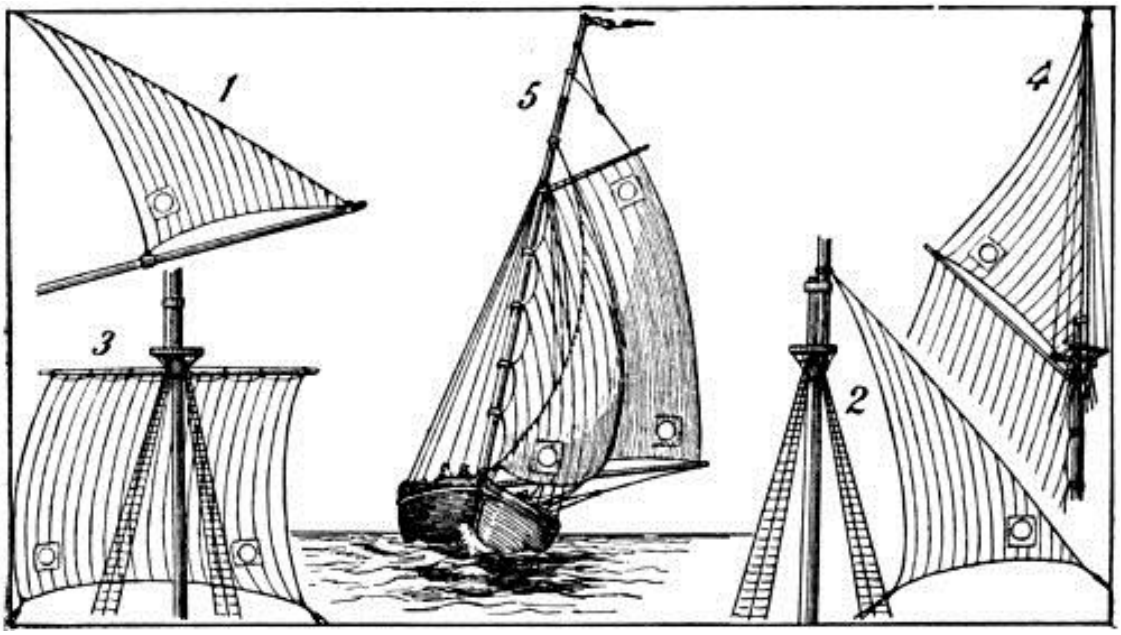
“Профессор Эрстед был гениальным человеком, но он был очень несчастным экспериментатором; он не умел манипулировать инструментами. У него всегда должен быть помощник или один из его одиторов, у которого были бы легкие руки, чтобы организовать эксперимент; я часто помогал ему таким образом. В восемнадцатом веке бытовало общее мнение, что существует большое соответствие и, возможно, идентичность между электрическими и магнитными силами; и встал вопрос, как продемонстрировать это с помощью экспериментов. Эрстед попытался расположить провод своей гальванической батареи перпендикулярно (под прямым углом) к магнитной стрелке, но не заметил никакого заметного движения. Однажды, после окончания своей лекции, когда он использовал сильную гальваническую батарею для других экспериментов, он сказал: ‘Давайте теперь, когда батарея работает, попробуем расположить провод параллельно игле’; когда это было сделано, он был совершенно сбит с толку, увидев, что игла совершает сильные колебания (почти под прямым углом к магнитному меридиану). Затем он сказал: "Давайте теперь изменим направление тока на противоположное", - и стрелка отклонилась в противоположном направлении. Так было сделано великое открытие; и было сказано, не без основания, что ‘он споткнулся об него случайно’. Раньше у него было не больше идей, чем у любого другого человека, о том, что сила должна быть поперечной”.

Допуская, что многие важные открытия, таким образом, происходят способами, выходящими за рамки человеческого предвидения, случайность сама по себе не приведет к изобретению. Как напоминает нам доктор Эрнст Мах, в каждом подобном случае исследователь обязан принять к сведению новый факт, признать его значимость, определить роль, которую он играет или может быть заставлен играть в новой структуре или в новом и здравом обобщении. То, что он видит перед собой, видели и другие, возможно, много раз; он первый замечает это так, как оно того заслуживает, просто потому, что у него есть глаза, искренне желающие увидеть именно такой факт, как этот, и использовать его для преодоления разрыва либо в искусстве, либо в объяснении.

Давайте возьмем случай, когда хорошо наблюдаемый несчастный случай привел к блестящему открытию. Однажды во время поездки по Темзе на пароходе, приводимом в движение архимедовым винтом, изобретенным Фрэнсисом Петтитом Смитом, пропеллер натолкнулся на препятствие в воде, так что примерно половина длины винта была отломана; было замечено, что судно сразу же рванулось вперед со значительно ускоренным темпом. В результате этого открытия на судне был установлен новый короткий винт, и с этим новым гребным винтом пароход двигался равномерно быстрее, чем раньше.

Перфорированные паруса для кораблей.

На судах, построенных за много веков до того, как были спроектированы пароходы, рыбаки заметили, что порванные посередине паруса, если разрывы не были слишком большими, были более эффективными, чем когда они были новыми и целыми. То, что, таким образом, начиналось с простого износа или случайного повреждения, теперь имитируется по заданному назначению. Под экватором часто можно увидеть небольшие суда, паруса которых сделаны из рогожи с большими отверстиями, как говорят моряки, “чтобы выпускать ветер”. Моряки Картегены, Сент-Томаса и других островов Вест-Индии знают, что корабль идет таким образом лучше, чем если бы каждый его парус состоял из одного сплошного полотнища. Японские джонки типа clipper имеют паруса, сделанные из вертикальных полос, сшитых вместе таким образом, чтобы оставлять большие отверстия свободными для воздуха. Почему такая легкость конструкции выгодна? Потому что ветер отражается от вогнутой поверхности обычного паруса, препятствуя его импульсному воздействию; через отверстие воздух устремляется непрерывным потоком, и никакого отражения не происходит. По аналогичной причине и с аналогичной выгодой китайские рули изготавливаются из отдельных досок. Поток воды, проходящий через такой руль направления, создавал бы нежелательное противодавление в руле твердой формы.



Перфорированные паруса.
1, кливер. 2, стоп-парус. 3, квадратный парус. 4, верхний парус. 5, шлюп с перфорированными парусами.

Было бы интересно и могло бы оказаться полезным поэкспериментировать с перфорированными парусами на парусных лодках, ледоколах и ветряных мельницах. Метеорологи сочли полезным сделать на ткани больших воздушных змеев, запускаемых в верхние слои атмосферы, несколько небольших отверстий.

Наблюдения необходимо запомнить и сравнить: ценность нового глаза.

Необходимо не только наблюдать, если хочешь учиться, нужно запоминать и сравнивать наблюдения. В цикле из 223 лунных циклов повторяются все движения Луны; удивительно, что халдейские астрономы обнаружили этот период, превышающий восемнадцать лет. С другой стороны, одно из самых поразительных явлений солнечного затмения, проявление солнечной короны, по-видимому, не было замечено до сравнительно недавнего времени. Первая известная запись об этом сделана Лобачевским 8 июля 1842 года.

Есть ценность в учении, которое учит глаз тому, что наблюдать; временами выигрывает свежесть взгляда, не искаженная идеями относительно того, что заслуживает изучения, а что нет. Доктор Пристли, один из основоположников химии, говорит: “Я вовсе не считаю унизительным для дела экспериментальной философии сравнивать ее, как я часто делаю, с развлечением охоты, где иногда случается, что те, кто больше всех исследует почву и, следовательно, лучше всех знаком с ней, изнуряют себя, не затевая никакой игры, когда она может попасться на пути у охотника”. простой пассажир; так что в наиболее успешном завершении погони остается мало места для хвастовства ". Верно, но этот проницательный глаз всегда будет находиться рядом с умом необычайной силы и размаха. Мистер Эдвин Рейнольдс из Милуоки, как рассказывается в этой книге, никогда не видел штампа шахтеров до того утра, когда он задумал смелое и выгодное упрощение его. Профессор Александр Грэм Белл, изобретший телефон, пришел к своему триумфу не как дисциплинированный электрик, а как ученик своего отца, обучавшийся членораздельной речи и ее передаче. Он

сказал мне, что если бы знал, какие препятствия предстоит преодолеть, то никогда бы не начал свою атаку.

Профессор Эрнст Аббе из Йены, которому больше, чем какому-либо другому исследователю, принадлежит заслуга в производстве йенского стекла, в начале своих трудов был совершенно несведущ в практической оптике. Но он в совершенстве владел математической оптикой, и это в свое время позволило ему пересмотреть теорию микроскопа и предписать условия, в соответствии с которыми должно происходить производство совершенно новых видов стекла. Каждый из этих людей, каждый равный им когда-либо среди добровольцев исследовательских сил, по врожденным способностям, по пластичности ума далек от “простого пассажира” Пристли. Если бы невежество само по себе было главным условием для открытия, наука давным-давно вступила бы в свой золотой век.

Любое наблюдение может иметь ценность.

Майкл Фарадей, этот непревзойденный наблюдатель, считал, что временами наблюдения сравнительно неподготовленных людей заслуживают внимания. В одной из своих записных книжек он записал: “Проезжая по мануфактурам и наблюдая за различными процессами цивилизованной жизни, мы постоянно слышим замечания, сделанные теми, кто находит работу в этих местах, и привыкли к тщательному наблюдению за тем, что происходит перед ними, что является новым или часто расходится с общепринятыми мнениями. Они часто являются результатом фактов, и хотя некоторые основаны на ошибке, некоторые - на предубеждении, все же многие из них верны и имеют большое значение для практического человека. Те из них, которые попадаются мне на пути, я приведу здесь, не дожидаясь принципа, от которого они зависят; и хотя три четверти из них в конечном итоге оказываются ошибочными, все же, если собрать хотя бы один новый факт из множества, этого будет достаточно, чтобы оправдать такой способ занять время ”.

Народное наблюдение Предшествует науке.

Часто убеждение, широко распространенное среди простых жителей сельской местности, основано на многочисленных и обоснованных наблюдениях задолго до того, как научная теория объясняет факты. На протяжении многих поколений среди немецких крестьян бытовала поговорка, что при приближении грозы в печи следует разводить огонь, чтобы было как можно больше дыма. Профессор Шустер показал, что это высказывание и основанный на нем обычай рациональны, поскольку продукты горения и дым действуют как эффективный проводник, медленно, но верно разряжающий атмосферу. Он приводит статистику, показывающую, что из каждых 1000 случаев удара молнии поражалось 6,3 церкви и 8,5 мельницы и лишь 0,3 фабричных трубы. Пожары были только на фабриках.

Ледники проделали огромную работу на поверхности нашего земного шара. Задолго до того, как этот факт был открыт профессиональными геологами, он был очевиден многим простым людям. Жан де Шарпантье, один из первых сторонников теории оледенения, являющейся фундаментальной в геологической науке, рассказывает: “Когда в 1815 году я вернулся с великолепных ледников долины Роны, я провел ночь в деревушке Лурье, в коттедже Перродена, охотника на серн. Наш разговор зашел об особенностях страны, и особенно о ледниках, которые он неоднократно исследовал и знал наиболее близко. ‘Наши ледники, ’ сказал Перроден, - раньше имели гораздо большую протяженность, чем сейчас. Вся наша долина была занята ледником, простиравшимся до Мартиньи, о чем свидетельствуют валуны в окрестностях этого города, которые слишком велики, чтобы вода могла перенести их туда ”.

Шарпантье добавляет, что позже он столкнулся с подобными объяснениями со стороны альпинистов в других частях Швейцарии.

Сельские жители Англии издавна считали коровью оспу профилактическим средством от натуральной оспы. Услышав это от служанки, доктор Дженнер заинтересовался исследованием, которое закончилось его успешными прививками, всеми триумфами, одержанными с тех пор в этой области медицинской науки. В течение двух тысяч лет крестьяне Италии подозревали, что комары и другие насекомые причастны к распространению малярии и других лихорадок. В наши дни доктору Рональду Россу оставалось доказать, что подозрение было обоснованным. В “Натуралисте из Ла-Платы”, одной из лучших книг по естественной истории, когда-либо написанных, мистер У. Х. Хадсон говорит: “Сельские жители Южной Америки верят, что млечный секрет, выделяемый жабой, обладает чудесными целебными свойствами; это их неизменное специфическое средство при опоясывающем лишае — болезненном, опасном заболевании, распространенном среди них, и для его излечения живых жаб прикладывают к воспаленному месту. Осмелюсь сказать, что ученые врачи посмеялись бы над этим лекарством, но тогда, если я не ошибаюсь, ученые в прошлые времена смеялись над другими специфическими веществами, используемыми вульгарными, но которые сейчас занимают почетные места в фармакопее — например, над пепсином. Более двух столетий назад, в очень древние времена для Южной Америки, гаучо использовали слизистую оболочку желудка реи (крупного страуса), высушенную и измельченную в порошок, при заболеваниях, вызванных нарушением пищеварения; и это средство популярно до сих пор. Наука перешла к ним, и охотник на страусов теперь получает двойную прибыль: одну - от перьев, а другую - от сушеных желудков, которые он поставляет химикам Буэнос-Айреса. Однако раньше ему говорили, что взять желудок страуса, чтобы улучшить его пищеварение, было такой же дикой идеей, как проглотить птичьи перья, чтобы летать ”.

Змеиный яд издавна использовался готтентотами как противоядие от змеиного яда. С помощью Вашингтонского института Карнеги доктор Хидейо Ногучи из Пенсильванского университета преуспел в производстве противоядий, если использовать медицинский термин, для ядов водяных мокасин и змей *Crotalus adamanteus*, используя сами яды для приготовления противоядий. Он продолжает свои исследования в этой замечательной области целительского искусства.

Водоросли, дрейфующие и колышущиеся в Атлантике, притягивают из моря как йод, так и бром, растворенные в морской воде в ничтожных количествах. Эта черта привязанности к определенному и редкому элементу проявляется как у растений на суше, так и у морских водорослей. На серебряном руднике Хорн в штате Юта о смешанном с серебром содержании цинка свидетельствует обилие цинковой фиалки, *Viola calaminaria*, нежной родственницы анютиных глазок. В Германии считалось, что этот маленький цветок указывает на залежи цинка задолго до того, как цинк был обнаружен в его соках. Покойный мистер Уильям Дорн из Южной Каролины верил в куст с неназванным названием, утверждая, что под ним находятся золотые жилы: то, что его вера не была беспочвенной, доказывается большим состоянием, которое он заработал как золотоискатель в стране Блу-Ридж — его проводник вышеупомянутый куст. Мистер Росситер У. Рэймонд, известный горный инженер из Нью-Йорка, уделил некоторое внимание "показательным установкам” такого рода. Он придерживается мнения, что их неписаные знания, распространенные среди практичных шахтеров, старателей, охотников и индейцев, заслуживают изучения.

Он говорит: “Судя по общим законам распространения растений и по аналогии, представленной *Viola calaminaria*, мы можем ожидать, что показательным растением будет

не отдельный вид, а разновидность некоторых широко распространенных видов, причем ареал вида в целом определяется общими климатическими условиями, высотой над уровнем моря и почвой, в то время как на характеристики разновидности влияют причины, характерные для месторождения полезных ископаемых. Температура и влажность, как давно указывал Агрикола, относятся к числу этих причин, а цвет - одно из наиболее чувствительных их воздействий. Вполне разумно полагать, что почва может повлиять на цвет поглощающего ее растения. С другой стороны, даже если будет доказано, что растение цветом или другими особенностями указывает на присутствие серебра, нет уверенности в том, что серебро действительно является веществом, попадающим в растение и изменяющим его. Эффект может быть обусловлен некоторыми другими минеральными веществами, связанными с серебряными рудами; и наш завод по производству серебра может указывать на наличие серебра только в серебряном регионе ”.

М-р Реймонд отмечает, что общая связь между флорой и геологическим образованием любого данного района является фактом, знакомым полевым геологам. Многие растения тоже указывают на соседство воды. Ботаник, знающий длину корней, потребность в воде и привычки различных видов, часто может определить по поверхностной растительности, как он говорит нам, характер, количество и удаленность подземных источников водоснабжения.[33]

[33] В своей статье “Показательные растения”, опубликованной в журнале "Труды Американского института горных инженеров" за 1886 год, г-н Р. У. Рэймонд проиллюстрировал в натуральную величину *Viola calaminaria*, *Amorpha crescens* и *Erigonium ovalifolium*. За его докладом следует вызванная им интересная дискуссия.

О том, как наблюдение может привести к смелому и успешному эксперименту, рассказывает мистер Л. Э. Читтенден, Казначей Казначейства при президенте Линкольне, в своих личных воспоминаниях:

Урок от Банкрота.

Между долиной Виноски и озером Шамплейн, к северу от города Берлингтон, лежит широкая песчаная равнина высоко над уровнем озера, через которую в туннеле должна была пройти железная дорога Центрального Вермонта. Но песок был лишен влаги или сцепления с поверхностью, и инженеры, потратив большую сумму денег, решили, что туннель не может быть построен, поскольку не было средств для поддержания материала во время возведения кладки. Удаление столь большого количества материала из разреза таких размеров также требовало непомерных затрат. В результате от маршрута отказались, и дорога была построена в извилистом овраге через центр города, с подъемами и спусками более 130 футов на милю. Когда железная дорога была открыта, выяснилось, что эти сорта были сопряжены с затратами, которые практически приводили к передаче сквозных грузов конкурирующей железной дороге.

В то время в инженерной конторе железной дороги работал молодой человек, который сказал, что может проложить туннель в песчаной насыпи за очень небольшие деньги. Его вызвали к менеджерам и допросили. “Да, - сказал он, - я могу построить туннель за столько-то долларов за погонный фут, но я не могу ожидать, что вы будете руководствоваться моим мнением, когда так много американских и европейских инженеров объявили проект невыполнимым”. Менеджеры знали, что первые пятьдесят футов туннеля сопряжены со

всеми трудностями. Они предложили ему, и он принял контракт на строительство пятидесятифутового сооружения.

Его план был сам по себе прост. На вертикальной поверхности берега он отметил линию арки, большей, чем туннель. По этой линии он вбил в берег заостренные бревна длиной двенадцать футов, квадратными размерами три на четыре дюйма. Затем он удалил шесть футов материала и вбил еще одну арку, прямо внутри первой, из двенадцатифутовых бревен, насыпал еще шесть футов песка и повторял этот процесс до тех пор, пока у него не появилось достаточно места, чтобы приступить к кладке. Как только это было завершено, пространство над ним было заполнено, оставив бревна на месте.

Таким образом он продвигался вперед, поддерживая кладку на уровне котлована, пока не проложил в насыпи самый дешевый туннель из когда-либо построенных, который обеспечивал движение большой железной дороги в течение тридцати лет и сейчас стоит так же прочно, как и после его завершения.

Инженера спросили, есть ли какие-либо предположения о структуре, принятой им в книгах по инженерному делу. “Нет, - сказал он, - это пришло ко мне таким образом. Я проезжал мимо места, где были сделаны первые попытки, которыми завладела колония ласточек. Мне пришло в голову, что эти маленькие инженеры опровергли утверждение о том, что этот материал не обладает сцеплением. В нем у них есть свои дома, где они каждое лето растят две семьи. Каждый дом - это туннель, самоподдерживающийся без каменной кладки. Туннель большего размера можно построить, просто расширив принцип и применив каменную кладку. Вот и вся история. Береговая ласточка - изобретатель этой формы строительства туннелей. Я просто переписчик — его подражатель”.

ГЛАВА XXI
ЭКСПЕРИМЕНТ

Ньютон, Уатт, Эрикссон, Роуленд в детстве были конструктивными . . . Страсть к созданию новых вещей . . . Помощь воображения и тренированной ловкости . . . Эдисон рассказывает, как он изобрел фонограф . . . Телефонные сообщения записываются на стальную проволоку . . . Почерк передается с помощью электричества . . . Как машины имитируют руки . ... Оригинальность в атаке.

Ранний талант в строительстве.

Изобретатель - это человек с необычными способностями. Начнем с того, что он отлит по более крупному образцу, чем обычные люди; у него более проницательные глаза, более умелые руки, более развитый мозг. В глубине души он верит, что каждый двигатель, машина и технологический процесс поддаются безграничному совершенствованию. Он совершенно недоволен вещами такими, какие они есть, и всегда готов обнаружить, где старый метод может быть улучшен или человечеству может быть дарован совершенно новый дар, например, в виде телефона или фонографа. У нас была возможность отметить его незаурядную наблюдательность. Другой талант, столь же очевидный и совершенно неудержимый даже в молодости, побуждает его мастерить, ткать и созидать. Неизменно человек, который приумножил ресурсы архитектуры, инженерного дела, проектирования машин, начинал в детстве с повторения кроличьих клетоков, ветряных мельниц и

выструганных парусных судов мальчиков постарше. Это означает, что он вскоре овладевает зубилом, рубанком и сверлом, что токарный станок становится таким же послушным ему, как его собственная рука. Уотт, Модслей, Стивенсон и все их сверстники, которые когда-либо были у них, могли подойти к верстаку и изготовить клапан, торцовочное колесо, механизм сцепления точно так, как они представляли себе мысленным взором. Лишенные этой ловкости, другие мужчины, иногда плодящиеся хорошими идеями, никогда не доводят их до рождения.

Хотя изобретатели обязаны своими талантами природе, эти таланты нуждаются в основательной тренировке, и если в руках мастера, тем лучше. Точно так же, как лучшее место, где можно научиться рисовать, - это мастерская великого художника, так и лучшая школа изобретательности - это мастерская великого изобретателя. Модслей, который изобрел направляющую для токарных станков, и Клемент, который сконструировал первый ротационный строгальный станок, прошли обучение у Брамы, который изобрел знаменитый гидравлический пресс и замки принципиально нового и превосходного образца. Модсли обучал Уитворта, создавшего токарные станки новой усовершенствования, установившего новые и точные стандарты измерений на производстве; так же как и Нэсмит, который изобрел паровой молот. Мистер Эдисон в своей лаборатории и мастерской проявил изобретательность многих ассистентов, которые с тех пор снискали славу и богатство самостоятельной работой.

Но, как правило, изобретатели, подобно огромному братству других людей, должны трудиться в одиночку и получать все возможное от усердия без посторонней помощи. Коббетт часто говорил, что думает кончиком пера; сам акт письма пробуждает в сознании многие идеи, которые в противном случае умерли бы мертворожденными. Бетховен, как и все другие великие тональные поэты, играл несколько тактов по мере того, как они приходили ему в голову, и когда он касался клавиш, музыка, словно управляемая собственными шестернями, совершала такие небесные полеты, как в Пятой симфонии. Именно в этом режиме, когда изобретатель создает новую модель, он чувствует, как он может улучшить ее линии, придать ей более простой дизайн, чем он предполагал вначале. Его руки и глаза думают так же хорошо, как и его мозг; в то время как рычаг, звено и кулачок объединяются вместе, они подсказывают, как их можно построить более компактно и более эффективно соединить. Его партнер, первооткрыватель, находится под таким же влиянием в отношении какой-нибудь давней загадки о камне, растении или звезде. Поскольку в глубине души он верит, что природа понятна до самой ее сути, он уверен, что эту конкретную загадку можно разгадать, и он продолжает изо дня в день думать о возможных решениях. В другое время, и даже во время сна, его мозг подсознательно работает над его проблемой, выявляя перспективные точки для атаки. В новом свете он достаточно смел, чтобы сказать: "Я могу решить эту проблему". Наконец наступает счастливое утро, когда он проверяет проницательную догадку или когда решающий эксперимент закрепляет теорию как доказанную истину, оказав незаменимую помощь, поскольку одна попытка из-за ошеломляющей неудачи подсказала следующую. Все мальчики и девочки становятся лучше, счастливее, полезнее, когда их рано и тщательно обучают пользоваться своими глазами, ушами и руками; для изобретателя и первооткрывателя это обучение открывает карьеру, которой в противном случае было бы лишено.

Среди величайших сынов человеческих, объединивших способности к изобретательству и открытиям, стоит сэр Исаак Ньютон. Как и в случае с его коллегами, мы обнаруживаем, что его искусство изобретателя было всего лишь расцветом его ремесла механика.

Сэр Исаак Ньютон почти с колыбели был строителем. Его биограф, сэр Дэвид Брюстер, говорит:—

Ньютон в детстве —Неутомимый Конструктор.

“Он недолго проучился в школе, прежде чем у него проявился вкус к механическим изобретениям. С помощью маленьких пил, молотков, топориков и всевозможных инструментов он постоянно был занят в часы игр конструированием моделей известных машин и забавных приспособлений. Наиболее важными элементами механизма, которые он сконструировал таким образом, были ветряная мельница, водяные часы и карета, приводимая в движение человеком, который в ней сидел. Когда неподалеку от Грэнтема строили ветряную мельницу, сэр Айзек часто наблюдал за работой рабочих и приобрел такое глубокое знание ее механизма, что завершил ее действующую модель, которая, по словам доктора Стакли, была таким же чистым и любопытным произведением искусства, как и оригинал. Эта модель часто устанавливалась на крыше дома, в котором он жил в Грэнтеме, и приводилась в движение действием ветра на его паруса. Однако в тихую погоду требовался другой механический агент, и для этой цели была подана заявка на мышь по имени Миллер.

“Водяные часы, сконструированные сэром Исааком, были более полезным механизмом, чем его ветряная мельница. Они были сделаны из шкатулки, которую он выпросил у брата миссис Кларк, и, по словам доктора Стакли, которому их описали те, кто их видел, они в значительной степени напоминали наши обычные часы и часовые футляры, но были меньше по размеру, около четырех футов в высоту и пропорциональной ширины. Наверху был циферблат с цифрами часов. Указатель поворачивался куском дерева, который либо опускался, либо поднимался при падении воды.

“Механическая повозка, которую, как говорят, изобрел сэр Исаак, была четырехколесным транспортным средством и приводилась в движение ручкой или лебедкой, приводимой в действие человеком, который в ней сидел. Мы не можем найти четкой информации о его конструкции или использовании, но оно, должно быть, напоминало кресло Мерлина, которое приспособлено для передвижения только по гладкой поверхности пола, а не для преодоления неровностей обычной дороги.

“Он представил полет бумажных воздушных змеев и, как говорят, исследовал их наилучшие формы и пропорции, а также количество и положение точек, к которым следует прикреплять бечевку. Он смастерил также фонарики из гофрированной бумаги, в которые вставил свечу, чтобы темным зимним утром ходить в школу; а темными ночами привязывал их к хвостам своих воздушных змеев, чтобы напугать деревенских жителей, которые принимали их за кометы.

“Во дворе дома, где он жил, часто наблюдали, как он наблюдает за движением солнца. Он вбивал деревянные колышки в стены и крыши зданий, как гномоны, чтобы отмечать по их теням часы и полчаса дня. Не похоже, чтобы он знал, как приспособить эти линии к широте Грэнтема; но говорят, что после нескольких лет наблюдений ему удалось сделать их настолько точными, что любой мог определить, который час, по циферблату Айзека, как его называли.

Сам сэр Айзек сказал мистеру Кондуиту, что один из первых научных экспериментов, который он провел, был в 1658 году, в день великой бури, когда умер Кромвель, и когда ему самому только что исполнилось шестнадцать. Чтобы определить силу шторма, он прыгнул сначала в том направлении, в котором дул ветер, а затем против ветра; и после измерения длины прыжка в обоих направлениях и сравнения ее с длиной, на которую он мог бы

прыгнуть в совершенно безветренный день, он смог вычислить силу шторма. Сэр Айзек добавил, что, когда его спутники, казалось, были удивлены его словами о том, что какой-то конкретный ветер был на фут сильнее, чем любой из известных ему ранее, он привел их к месту, где проводил эксперимент, и показал им размер и следы своих нескольких прыжков.

“В молодости он сделал телескоп своими руками”.

Джеймс Уатт, ставший главным усовершенствователем паровой машины, еще мальчиком получил от своего отца набор небольших плотницких инструментов. Малыш разбирал свои игрушки на части, восстанавливал их заново и изобретал совершенно новые игрушки. Его двоюродная сестра, миссис Кэмпбелл, записала, что Уотта в детстве часто обвиняли в праздности; она добавляет: —

Уотт - любознательный Мальчик.

Его активный ум был занят исследованием свойств пара; ему было тогда пятнадцать, и однажды в разговоре он сообщил мне, что дважды с большим вниманием прочитал "Элементы натуральной философии" С'Гравезанде, добавив, что это была первая книга по этому предмету, попавшая ему в руки, и что он по-прежнему считает ее одной из лучших. Находясь под крышей своего отца, он продолжал проводить различные химические эксперименты, повторяя их снова и снова, пока не убедился в их точности на основании своих собственных наблюдений. Он смастерил для себя маленькую электрическую машину и иногда пугал своих юных друзей, вызывая у них внезапные толчки от нее”.

Поразительная скороспелость Эрикссона.

Джон Эрикссон в детстве был чудом для всей округи, говорит его биограф мистер Уильям К. Конант. С самого начала он проявил качества, отличавшие его в дальнейшей жизни. Его трудолюбие не прекращалось; он был занят с утра до ночи рисованием, планированием и строительством. Оборудование на шахтах недалеко от его дома было для него бесконечным источником удивления и восторга. Ранним утром он поспешил на работу, захватив с собой карандаш для рисования, клочки бумаги, куски дерева и несколько грубых инструментов. Там он оставался весь день, пытаясь открыть принципы движения машин и стремясь копировать их формы. На десятом году жизни этот мальчик взялся сконструировать насос для откачки воды из шахт. Двигателем должна была стать ветряная мельница. Такого изобретения молодой изобретатель никогда не видел, и все же ему удалось нарисовать проект своей мельницы в соответствии с наиболее одобренной опытными инженерами манерой, следуя устному описанию, данному его отцом мельницы, которую он только что посетил.

Ранние эксперименты Роуленда.

Генри А. Роуленд стал в Университете Джона Хопкинса в Балтиморе одним из великих исследователей физики и изобретателей девятнадцатого века. Мальчиком он увлекался химическими экспериментами, выдуванием стекла и подобными занятиями. Молодой энтузиаст часто приглашал семью послушать лекции, которые были полностью проиллюстрированы экспериментами, не всегда свободными от предполагаемой опасности. На свою первую пятидолларовую купюру он, к своей радости, купил гальваническую батарею. Листы нью-йоркской “Обсервер” он превратил в воздушный шар, который совершил блестящий взлет и полет, подожгв, наконец, крышу соседнего дома. Однажды он увидел в трюме парохода работающий насос, выпускающий струю, которая падала в реку с высоты пяти или шести футов. “Почему бы вам не спустить эту трубу в реку и не сэкономить

электроэнергию?” - воскликнул он. Будучи студентом Политехнического института Трои, он изобрел метод намотки обнаженных полосок провода на ткань таким образом, чтобы практически обеспечить его изоляцию. Впоследствии это было выгодно запатентовано кем-то другим.

В книге “Чувства и интеллект” профессор Александр Бейн рассматривает изобретающий и открывающий разум:—

Страсть к экспериментам.

“При построении практики нельзя обойтись без одной из ведущих ментальных особенностей, применимых к научному конструированию: — интеллектуального запаса идей, применимых к специальному отделу; мощного действия объединяющих сил; очень ясного восприятия цели, другими словами, здравого суждения; и, наконец, той терпеливой мысли, которая, собственно говоря, представляет собой сосредоточенную отдачу энергии рассматриваемому предмету, что делает применение к нему спонтанным и легким.

“Что касается оригинальности во всех областях, будь то наука, практика или изобразительное искусство, то есть черта характера, заслуживающая внимания, как имеющая более очевидную ценность в практических изобретениях и в ведении бизнеса - я имею в виду активность или избыток энергии, проявляемой в испытаниях всех видов с шансом добиться удачных результатов. В науке медитация и умозрение могут многое сделать, но на практике предрасположенность к экспериментам приносит максимальную пользу. Ничто иное, как фанатизм экспериментирования, не могло бы породить некоторые из наших величайших практических комбинаций. Великое открытие Дагерра, например, не могло быть регулярно разработано никакими систематическими и упорядоченными исследованиями; не было другого способа, кроме как наткнуться на него, настолько маловероятными и отдаленными были действия, объединенные в один последовательный процесс. Это открытие необъяснимо, пока мы не узнаем, что автор посвятил себя экспериментам по улучшению диорамы и, таким образом, глубоко погрузился в испытания и операции, далекие от проторенных путей исследования. Энергия, побуждающая к бесконечным попыткам, была обнаружена в Кеплере в удивительной степени. Похожая неутомимая энергия — сочетание активного темперамента с интенсивным увлечением своим предметом — проявляется в характере сэра Уильяма Гершеля. Когда эти два атрибута соединяются; когда обильная активная энергия действует на поле, обладающее непрекращающимся очарованием для ума, мы тогда видим, как человеческая природа превосходит саму себя.

“Изобретение фотографии Дагером иллюстрирует вероятный метод, с помощью которого были получены некоторые из самых древних изобретений. Изобретения алой краски, стекла, мыла, пороха могли появиться только случайно; но случайность в большинстве из них, вероятно, попала в руки людей, занятых многочисленными испытаниями соответствующих материалов. Интенсивное применение — ‘дни наблюдения, ночи бодрствования’ — сопровождалось как древними открытиями, так и современными. Об исторических примерах мы знаем не меньше. Умственная поглощенность Архимеда вошла в пословицу.

“Замечательная часть открытия Дагерра состоит в последовательности процессов, которые должны были совпасть в одной операции, прежде чем мог возникнуть какой-либо эффект. Взяв серебряную пластинку, сначала покрывают поверхность йодом; затем поверхность выставляют на свет, но производимый эффект не заметен до тех пор, пока пластинка не будет погружена в пары ртути. Чтобы найти такую комбинацию, без какой-либо подсказки,

полученной из предыдущих знаний, нужно было пройти через неисчислимую серию бесплодных испытаний.

Здесь можно сделать замечание, применимое как к науке, так и к практике. Оригинальность в любом из них принимает две формы — наблюдение или эксперимент, с одной стороны, и идентифицирующие процессы абстракции, индукции и дедукции - с другой. В первом случае необходимы телесная деятельность и чувства; в последнем - чисто интеллектуальные силы. Человек открывает для себя новые страны, новые растения, новые свойства предметов не благодаря высокой интеллектуальной силе; он проявляет необычную активность, предприимчивость, пытливость и настойчивый поиск. Все это необходимо для того, чтобы получить наблюдения и факты в первой инстанции; когда они собраны в достаточном количестве, проявляются другие способности. Путем идентификации и ассимиляции разрозненных материалов получаются общие свойства и общие истины, и они могут быть дедуктивно применены в новых приложениях; во всем этом первым требованием является мощное сходство; и им могут обладать люди, полностью лишенные активных качеств, необходимых для наблюдения и эксперимента ”.

Главный импульс к открытию.

В “Опасности новых состояний” мистер У. Д. Хауэллс изображает сильного человека, который, не имея образования, становится богатым. У него мало терпения к беднякам, которые, по его словам, “не получают того, чего хотят, потому что хотят недостаточно сильно”. Грубый старый житель Запада Драйфус, по его мнению, был здравомыслящим человеком. Успех в открытиях, как и в зарабатывании денег, в такой же степени зависит от страсти, как и от интеллекта, говорит мистер О. Ф. Кук: -

“Первым и наиболее важным предварительным условием успешного расследования является проявление интереса к вопросу, и любой метод, который имеет тенденцию уменьшать или ослаблять интерес, ложен и бесполезен. Усердие в изучении фактов науки является явно неблагоприятным симптомом для потенциального исследователя, если оно не сопровождается жизненно важным конструктивным интересом. То, что студент накапливает факты, не означает, что он будет что-то строить на них. Интеллектуальные скряги распространены и столь же убыточны, как и денежная разновидность. Специалист в области науки может обладать обширными знаниями и жизненным опытом, и все же ему может так и не прийти в голову оригинальная идея или сделать новую брешь в стене неизвестного, которая ставила в тупик его предшественников. Действительно, такие люди обычно возмущаются изменением границ знаний как вмешательством в их собственный капитал эрудиции.

“Исследование - это чувство, инстинкт, привычка ума; это попытка человека познать вселенную и наслаждаться ею. Продуктивный исследователь стремится к знаниям с определенной целью; он может не стремиться ни к знаниям в целом, ни к новым знаниям в частности. Он ценит детали за их отношение к проблеме, которую он надеется решить. Он может собирать и просеивать их с пользой только в свете сияющего интереса, и его способность использовать их для получения правильной информации зависит от тонкости его восприятия и силы его умственного восприятия. Исследователь, как и спортсмен, должен сначала родиться; его нельзя сделать по заказу, но его подготовка определяет степень совершенства, которой он может достичь. Никакие тренировки не могут устранить органические дефекты, но плохая подготовка может быть хуже, чем ее отсутствие, в снижении достижений наиболее способных. Это ложное и вредное образование, которое ставит проблему на первое место и задерживает или препятствует развитию конструктивных

умственных способностей, способности, не свойственной исследователю, но в нем достигающей наибольшего размаха и свободы действий ”.

Помощь от Силы изображения.

Способность к рисованию, подобная той, что проявляется в цветке у изобретателя, часто можно наблюдать у умелого рабочего. На обувной фабрике ветеран снимает шкуру совершенно неправильной формы и вырезает из нее подошвы и каблуки, так что оставшиеся обрезки - сущий пустяк, а изъянов удалось избежать.

Хью Миллер в книге “Мои школы и школьные учителя” так отзывается о своем коллеге-каменщике: “Сила Джона Фрейзера никогда не была выше средней силы шотландцев, а теперь она значительно уменьшилась; и его молоток наносил не больше и не тяжелее ударов, чем у обычного рабочего. Однако он обладал необычайной способностью воспринимать законченное произведение искусства как находящееся внутри грубого камня, из которого в его обязанности входило извлекать его; и в то время как обычным камнерезам приходилось повторять свои линии и чертежи и таким образом фактически придавать своей работе несколько поверхностей в деталях, прежде чем они добирались до истинной, старый Джон вырезал истинную фигуру сразу и сделал так, чтобы одна поверхность служила для всех. В строительстве он также пользовался подобной властью; он обрабатывал камни молотком меньшим количеством ударов, чем другие рабочие, и, заделывая промежутки между уже уложенными камнями, всегда выбирал из кучи у своих ног камень, который точно заполнял место; в то время как другие рабочие занимались подбором камней, которые были слишком маленькими или слишком большими; или, если они ставили перед собой задачу уменьшить слишком большие камни, уменьшали их слишком мало или слишком много, и им приходилось подгонять снова и снова. Строил ли Джон что-нибудь или рубил, он, казалось, никогда не спешил. Его видели далеко продвинувшимся в жизни, работающим очень неторопливо, как и подобало его годам, по одну сторону стены, а двух крепких молодых парней — напротив него, по другую сторону - трудящихся, по-видимому, вдвое усерднее, чем он, но старик всегда ухитряется немного опережать их обоих ”.

Генри Модслей, известный как изобретатель, обладал таким же изысканным чувством формы. Когда он выполнял какую-либо работу, он был в большом долгу перед ловкостью, которую приобрел как кузнец в юности. Он часто говорил, что для того, чтобы быть хорошим кузнецом, нужно уметь видеть в железном бруске предмет, который ты собираешься извлечь из него с помощью молотка и зубила, точно так же, как скульптор видит статую, которую он намеревается вырезать из мраморной глыбы.

Глаза и Руки передают информацию Мозгу.

Изобретателей и художников объединяет острое восприятие формы, способность придавать форму с мастерством и точностью. Часто один и тот же человек является одновременно изобретателем и художником. В этом классе Леонардо да Винчи - самый выдающийся пример. Александр Нэсмит из Эдинбурга, изобретший мост из тетивы, был выдающимся художником портретов и пейзажей. Его сын Джеймс Нэсмит, изобретший паровой молот и паровую забивную машину, рассказывает нам в своей автобиографии:

“Мой отец научил меня с точностью зарисовывать каждый предмет, будь то естественный или искусственный, чтобы рука могла точно воспроизвести то, что видел глаз. Чтобы овладеть этим почти бесценным искусством, он позаботился о воспитании моего зрения, чтобы я мог воспринимать относительные пропорции предметов, расположенных передо мной. Он бросал наугад несколько кирпичей или кусков дерева, изображающих их, и

заставлял меня копировать их формы, пропорции, свет и тени. Я часто слышал, как он говорил, что любой, кто может сделать правильный рисунок в отношении контуров, а также указать несколькими эффектными штрихами на изменение света и теней такой группы модельных объектов, может не отчаиваться в создании хорошего и корректного эскиза Йоркского собора. Мой отец был энтузиастом в восхвалении этого *графического языка*, и я последовал его примеру. Фактически, это составляло основную часть моего собственного образования. Это дало мне возможность записывать наблюдения несколькими графическими штрихами карандаша, намного превосходя по выразительности любое количество простых слов. Это графическое красноречие является одним из высочайших дарований в передаче ясных и правильных идей относительно форм объектов — будь то простые и знакомые формы, или какая-либо механическая конструкция, или детали прекрасного здания, или характерные черты широко раскинувшегося ландшафта. Это достижение точного рисования, которого я достиг по большей части в мастерской моего отца, сослужило мне хорошую службу в последующие годы в инженерной работе, которая стала делом моей жизни ”.

Его мастерство владения карандашом, несомненно, сыграло большую роль в развитии его изобретательского воображения. Он говорит: “Это один из самых восхитительных результатов владения конструктивной способностью, что человек может создавать в уме механические структуры и приводить их в действие в воображении, и заранее наблюдать различные детали, выполняющие свои соответствующие функции, как если бы они были в абсолютной форме и действии. До тех пор, пока в мозгу инженера-механика не появится эта счастливая способность, его ждет тяжелая и разочаровывающая жизнь. Именно раннее развитие воображения придает нужную гибкость мыслительной способности ”.

Ручное обучение.

Рисование - один из курсов в каждой школе ручного обучения в Америке. Первая из этих школ была организована в 1879 году в Сент-Луисе под руководством профессора К. М. Вудворда. В течение последних тридцати лет, от детского сада до университета, американское образование, как никогда прежде, стремилось раскрыть все таланты учеников и студенток. В прежние времена мало обращались к чувственному восприятию, к ловкости, к способностям глаза и руки, которые слишком быстро утрачивают пластичность, оставляя молодого человека или женщину на всю жизнь лишенными способностей, которые, если бы они были должным образом проявлены, расширили бы их карьеру за счет расширения кругозора. К счастью, сегодня наши школы все больше и больше дополняют курсы литературы и математики обучением использованию инструментов, моделированию, дизайну и изготовлению выкроек. Каждый процесс подробно объясняется. Все исследования связаны в серии; они объединяют практику и ее причины с тщательностью, невозможной при устаревших схемах ученичества.

Все это является отличным подспорьем для развития изобретательности. Как говорит профессор Вудворд в книге “Обучение ручному труду в образовании”: “Обучение ручному труду развивает способность к исполнительной работе, определенную силу созидания. Каждое упражнение по ручному труду предполагает выполнение четко определенного плана. Знакомые шаги и процессы должны сочетаться с новыми в рациональном порядке и с определенной целью. Как правило, эти упражнения тщательно подбираются инструктором. В надлежащее время и в разумной степени ученики настраиваются на формирование и выполнение своих собственных планов. Здесь развивается не один факультет, а комбинация многих факультетов. Память, сравнение, воображение и цепочка рассуждений - все это необходимо для создания чего-то нового из старого ”.

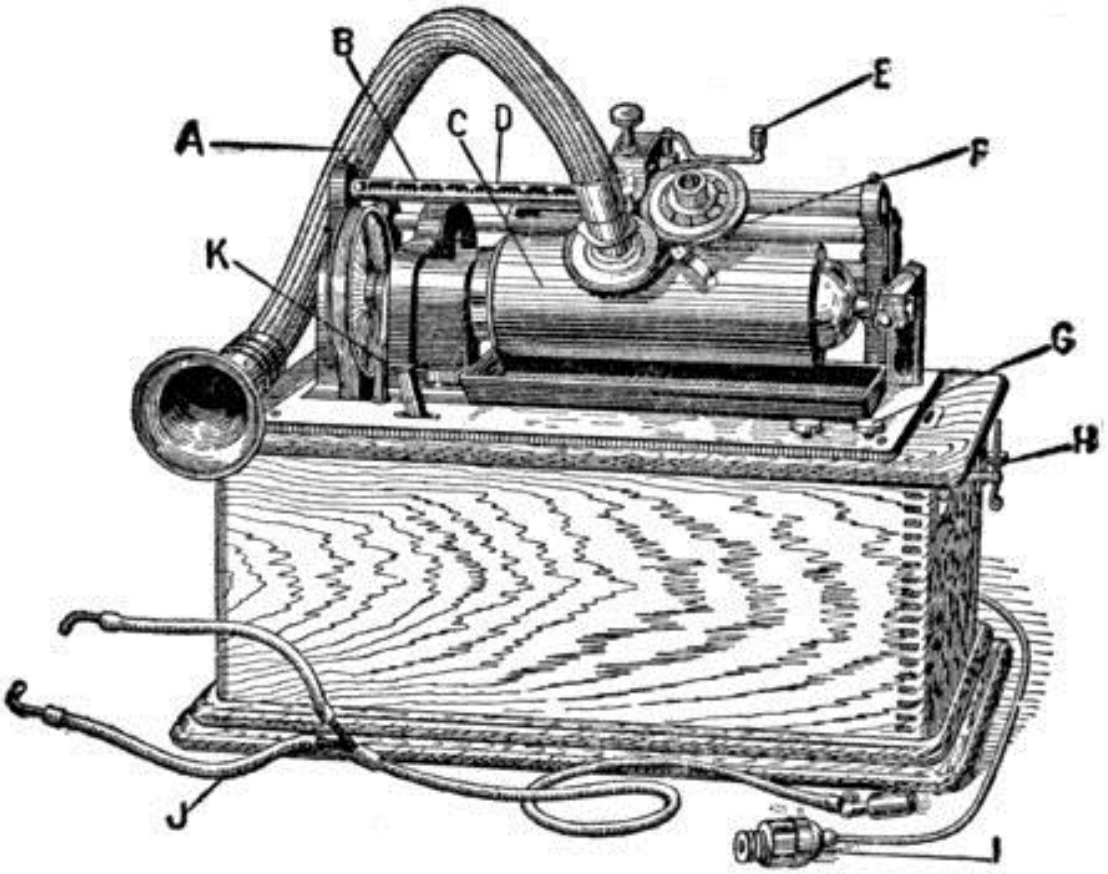
Как родился фонограф.

Каждый изобретатель марки - это человек с врожденной ловкостью, чье мастерство тщательно культивировалось. Давайте понаблюдаем за таким человеком, когда он достиг необычайного триумфа. Одним из величайших изобретений всех времен является фонограф, дающий нам точные записи звука, которые можно повторять так часто, как нам заблагорассудится. Идеи, зародившиеся в усовершенствованном приборе, годами зарождались в голове мистера Эдисона; они зародились в его записывающем телеграфе. Однажды днем мистер Эдисон рассказал эту историю покойному мистеру Джорджу Парсонсу Лэтропу, который опубликовал ее в журнале Harpers ' Magazine за февраль 1890 года: "Днем я работал на трассе в Индианаполисе и получал за это небольшую зарплату. Но по ночам с другим оператором по имени Пармли я обычно получал газетные репортажи просто для практики. Постоянный оператор, склонный к обильным возлияниям, был рад отоспаться, пока мы выполняли за него его работу так хорошо, как только могли. Я садился на десять минут и брал из инструмента столько, сколько мог, сохраняя остальное в памяти. Затем, пока я записывал, Пармли исполнял свою очередь; и так далее. Это работало хорошо, пока они не наняли нового человека в Цинциннати-энд. Он был одним из самых быстрых диспетчеров в своем бизнесе, и вскоре мы поняли, что угоняться за ним бесполезно. Тогда-то я и разработал свое первое изобретение, и необходимость, безусловно, была его матерью.

"Я достал два старых регистра Морзе и расположил их таким образом, что, пропуская через них полоску бумаги, точки и тире записывались на ней первым прибором так же быстро, как они поступали со стороны Цинциннати, и передавались нам через другой прибор с любой желаемой скоростью или замедленностью. Они выводили на одном инструменте со скоростью сорок слов в минуту, а мы вытачивали их из другого со скоростью двадцать пять. Тогда разве мы не гордились! Наш экземпляр раньше был таким чистым и красивым, что мы повесили его на выставку; и наш менеджер приходил и молча разглядывал его с озадаченным выражением лица. Затем он уходил, озабоченно качая головой. Он не мог этого понять, как и никто другой из операторов, потому что мы обычно стаскивали мой импровизированный автоматический диктофон и прятали его, когда наш труд заканчивался. Но авария произошла, когда была большая ночная работа — я думаю, это были президентские выборы, — и переписка продолжала поступать на предельной скорости, пока мы не отстали на полтора-два часа. Газеты разослали отчаянные жалобы, было проведено расследование, и наш маленький план был раскрыт. Мы больше не могли им пользоваться.

"Это был тот самый грубый автоматический магнитофон, " объяснял Эдисон, " который косвенно — но не случайно, а путем логического умозаключения — много лет спустя привел меня к изобретению фонографа. Я расскажу вам, как это произошло. После долгих размышлений над этим вопросом я пришел к тому, что в 1877 году я удовлетворительно разработал прибор, который не только записывал телеграммы путем нанесения на полоску бумаги точек и тире азбуки Морзе, но и повторял сообщение любое количество раз с любой требуемой скоростью. В то время я тоже экспериментировал с телефоном, и мой разум был полон теорий звуковых колебаний и их передачи диафрагмами. Вполне естественно, что мне пришла в голову идея: если углубления на бумаге можно было сделать так, чтобы они снова издавали щелчок инструмента, то почему нельзя было записать и аналогичным образом воспроизвести колебания диафрагмы? Я поспешно соорудил инструмент и просунул в него полоску бумаги, одновременно крича: 'Алло!' Затем бумагу снова протащили, мы с моим другом Батчелором слушали, затаив дыхание. Мы услышали отчетливый звук, который при сильном воображении мог бы превратиться в оригинальное 'Алло!' Этого было достаточно,

чтобы подтолкнуть меня к дальнейшему эксперименту. Но Батчелор был настроен скептически и поспорил со мной на бочку яблок, что у меня ничего не получится. Я нарисовал модель и отнес ее мистеру Круези, который в то время выполнял для меня сдельную работу. Я пометил ее на 4 доллара и сказал ему, что это говорящая машина. Он ухмыльнулся, решив, что это шутка, но принялся за работу, и вскоре модель была готова. Я накрыл ее фольгой и заговорил в машину. Круези наблюдал за происходящим и все еще ухмылялся. Но когда я настроил машину на передачу, и мы оба услышали отчетливый звук, издаваемый ею, он чуть не упал от испуга; должен признаться, я сам был немного напуган. Однако я выиграл у Батчелора бочку яблок и был очень рад получить ее.



Фонограф Эдисона.
A - переговорная трубка. B, D - шкала. C - приемный цилиндр. E - рычаг повтора. F, поворотная пластина. G, соединительный ключ. H, подножка. I, разъемное крепление. J, наушники. K, переключатель.

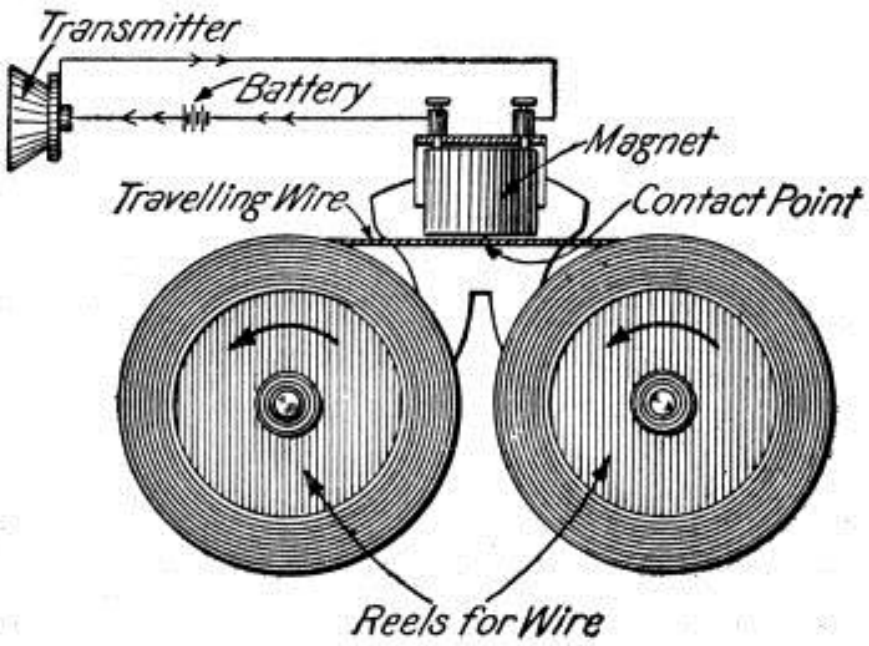
Новейший фонограф.

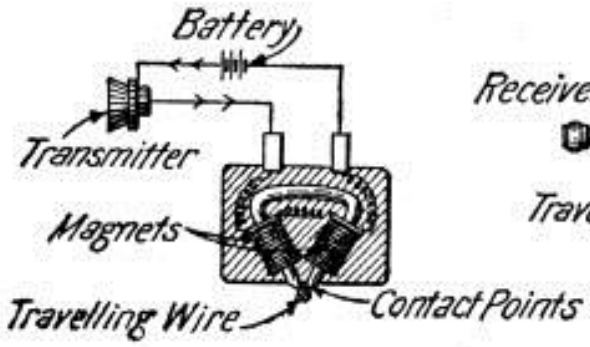
В октябре 1905 года я нанес визит мистеру Эдисону в его лабораторию, где он показал мне фонограф в усовершенствованном виде. Главным из его усовершенствований является состав для пластинок, который намного тверже воска, использовавшегося ранее, и поэтому может вращаться быстрее, не опасаясь размытия. Его репродуктор сегодня представляет собой слюдяную диафрагму, обладающую высокой чувствительностью. В рычаге репродуктора установлен тщательно отполированный сапфир в форме кнопки, который точно отслеживает канавки, записанные звуком на цилиндре. Эти особенности в сочетании с механизмом высочайшей точности изготовления и настройки открыли для фонографа

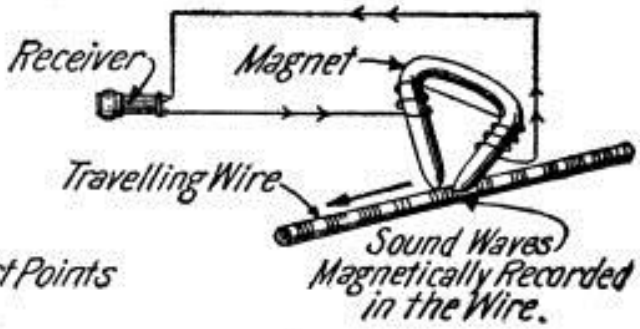
обширное поле деятельности в мире бизнеса. Некоторые крупные фирмы Нью-Йорка и других городов теперь используют фонографы вместо стенографисток; письмо или контракт диктуются во вращающийся цилиндр со всей быстротой обычной речи. После этого секретарь прослушивает запись на репродукторе и пишет письмо или контракт с любой желаемой скоростью. В некоторых случаях цилиндр с сообщением может быть отправлен корреспонденту, который прослушивает его слова, передаваемые со своего собственного фонографа, без необходимости промежуточной записи. Такие инструменты широко используются при обучении иностранным языкам, учащиеся могут свободно повторять трудное произношение до тех пор, пока оно не будет освоено. Мистер Эдисон значительно усовершенствовал музыкальные пластинки, знакомые во всем мире; теперь они выпускаются в золотых формах с изысканностью, которая устраняет резкость тона, столь неприятную в более ранних цилиндрах.

Телефонные сообщения, записанные для повторения по желанию: Телеграфный телефон.

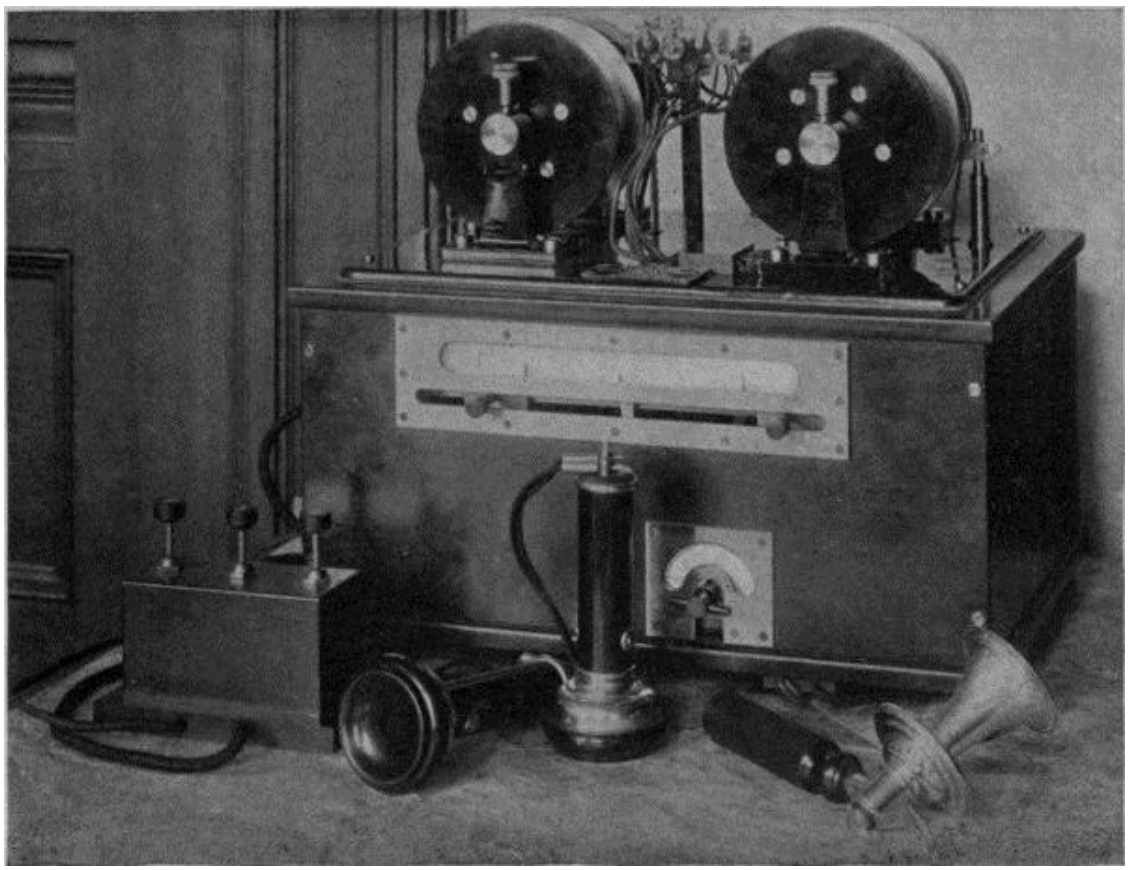
В результате редких экспериментальных способностей мистер Вальдемар Поульсен, инженер-электрик из Копенгагена, изобрел телеграфный аппарат. Этот прибор исходит из того факта, что электрические импульсы телефона, какими бы крошечными и деликатными они ни были, могут магнитно регистрироваться на движущемся стальном проводе диаметром всего в одну сотую дюйма. Сообщение повторяется так часто, как только провод протягивается между полюсами электромагнита в цепи с телефонным приемником. На прилагаемом рисунке показаны передатчик, проходящий провод и приемник по мере повторения сообщения. Документ в его последней версии проиллюстрирован на странице 314. Наиболее эффективно дополняя телефон, этот аппарат создает новую конкуренцию телеграфу. Во многих случаях деловые люди предпочитают передавать сообщение по телеграфу, а не по телефону, потому что телеграмма в виде письменного документа служит доказательством в случае ошибки или спора. Теперь предположим, что по телеграфу брокер предлагает шесть процентов. проценты за ссуду; его голос, запечатленный в телеграмме и должным образом сохраненный для справки, идентифицирует его так же надежно, как его подпись на письменном предложении. Возьмем другой случай: пациент звонит врачу только для того, чтобы обнаружить, что его нет дома; сообщение, переданное на несколько ярдов провода, врач прослушивает в тот момент, когда он возвращается в свой кабинет. Возьмем пример еще одной услуги: письмо может быть продиктовано в Ньюарке и записано по телеграфу в Бруклине, а там, на досуге, переведено на бумагу помощником. Или, что еще лучше, сообщение может быть записано на маленький вращающийся стальной диск и отправлено по почте корреспонденту, который слушает его слова, звучащие из его собственного графофона. Маленькие дети и другие люди, не умеющие писать, могут произвести впечатление на диски, которые рассказывают их историю корреспондентам, не умеющим читать. Записи этого инструмента настолько компактны, что вскоре они могут дать нам не только музыку из концертного зала и новости с телеграфа, но и последнюю популярную книгу.







Телеграфный аппарат.
Схема рабочих частей.

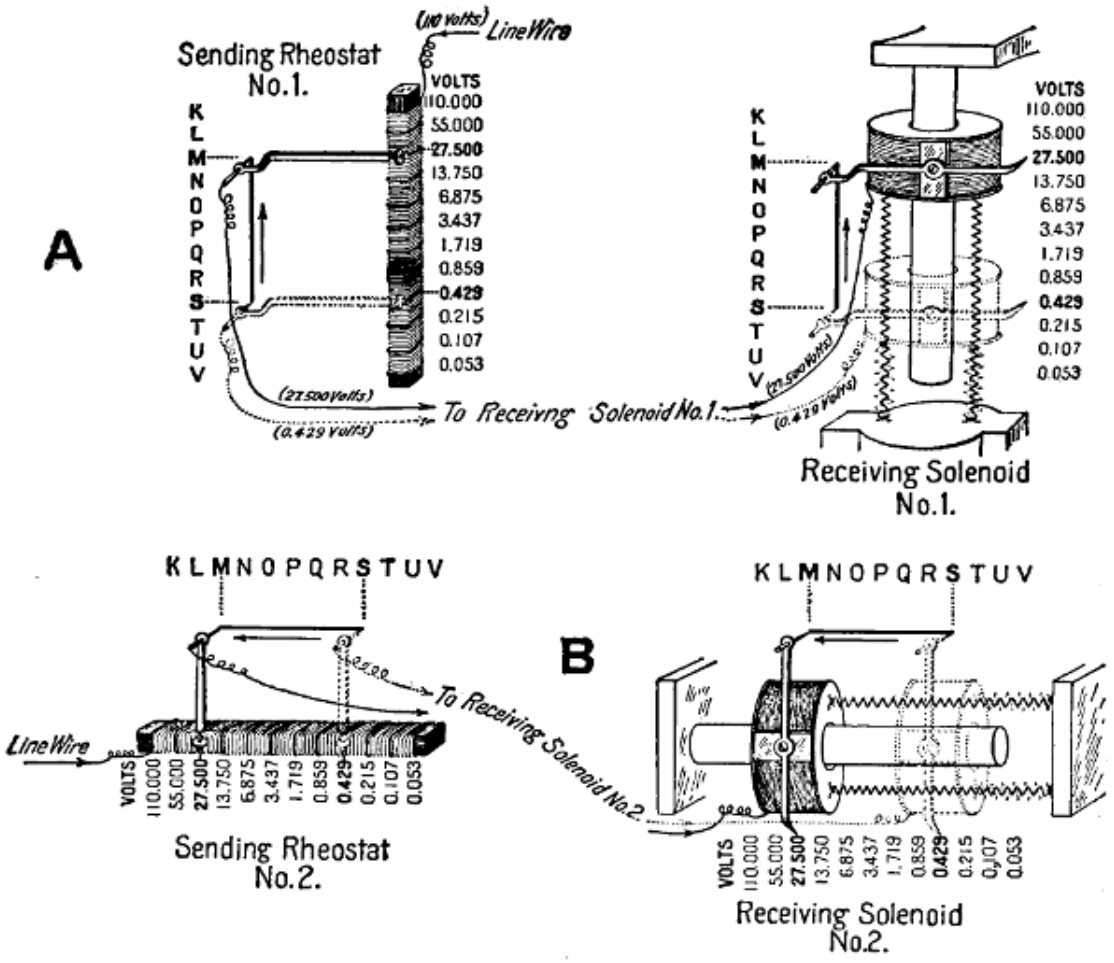


ТЕЛЕГРАФ ВАЛЬДЕМАРА ПОУЛЬСЕНА

Запись на проводе или диске может повторяться сотни раз, вокальная или музыкальная, без потери четкости. Чтобы стереть эту запись, необходимо всего лишь провести сталью между полюсами сильного магнита.

Серый Телеавтограф.

Телефон передает знакомый голос, так что его интонации сразу распознаются. С помощью электрических средств телеавтограф воспроизводит текст на расстоянии настолько точно, что его можно так же легко идентифицировать. Чтобы понять, как достигается этот подвиг, давайте начнем с передачи вертикальных меток различной длины.



А, отправляющий вертикальную линию S M с помощью электричества.
В, отправляющий горизонтальную линию S M с помощью электричества.

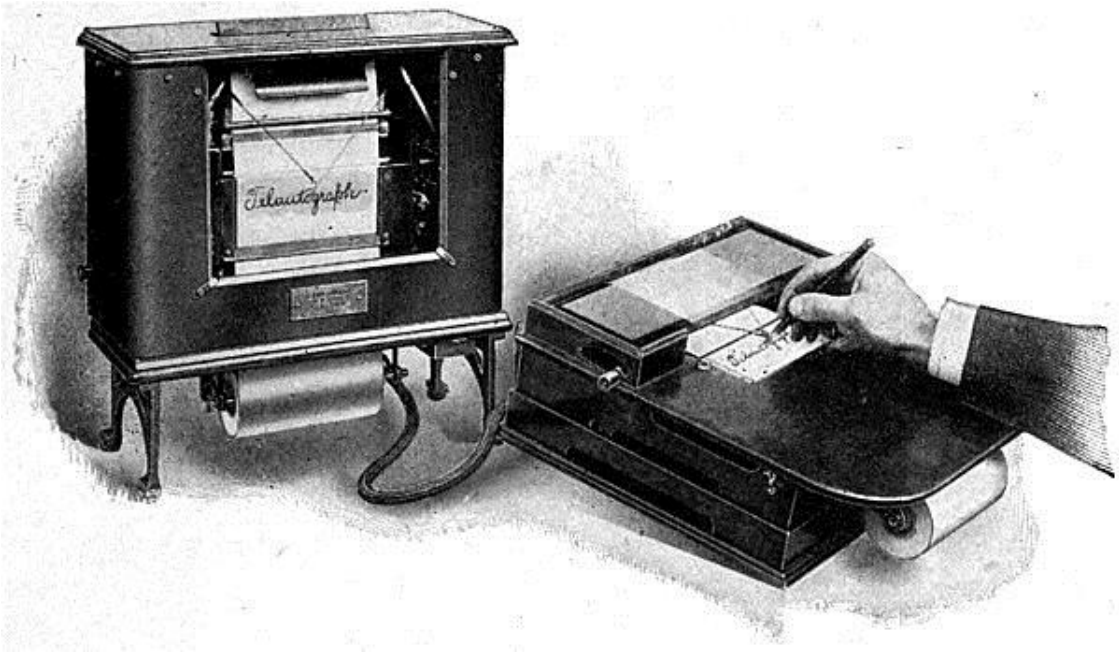
Эту задачу, как проиллюстрированоВыше, мы выполняем, посылая на принимающий карандаш ток, сила которого варьируется в пределах, соответствующих изменениям длины наших линий передачи. Сила этого тока, скажем, 0,429 вольта, определяет, где будет начинаться отметка; сила этого тока, возрастающая, скажем, до 27,5 вольт, решает, где эта отметка закончится. Чтобы изменять силу тока по желанию, мы используем квадратный алюминиевый стержень, плотно обмотанный тонкой медной проволокой, изолированной шелковой оберткой. Мы кладем этот стержень рядом с нашим планшетом и соскребаем с его внутренней поверхности шелковое покрытие таким образом, чтобы оставить провод оголенным, в то время как между его жилками шелк остается нетронутым в качестве эффективной изоляции. Наш стержень теперь представляет собой реостат, применение которого мы вскоре узнаем. Мы привыкли думать о меди как о хорошем проводнике, и это так. Используемый в прочных прутках или толстой проволоке, он оказывает незначительное сопротивление электрическому току, но когда мы используем проволоку диаметром всего лишь $1/200$ дюймов, что примерно соответствует толщине бумаги, на которой он напечатан, узость пути снижает силу тока настолько, что на протяжении 375 футов она падает до одной восьмой. Подобным образом стеклянная трубка крошечного диаметра может набирать на одном конце воду под предельным давлением, а на расстоянии ярда выпускать всего лишь струйку. Медный провод нашего квадратного стержня, или реостата, настолько тонок, что при подключении под напряжением K к источнику 110-вольтового электричества при V это напряжение, или давление, падает всего до одной двадцатой вольта.

Предположим, что наш реостат при V подключен к цепи, подключенной к приемной станции. Провод, включенный в эту цепь и перемещающийся вверх и вниз вместе с нашим карандашом по линии, всегда параллельной боковой стороне нашего планшета, посылает на приемную станцию ток, постоянно изменяющийся по своему напряжению. Когда провод проходит от S к M, передаваемый ток увеличивается с 0,429 до 27,5 вольт.

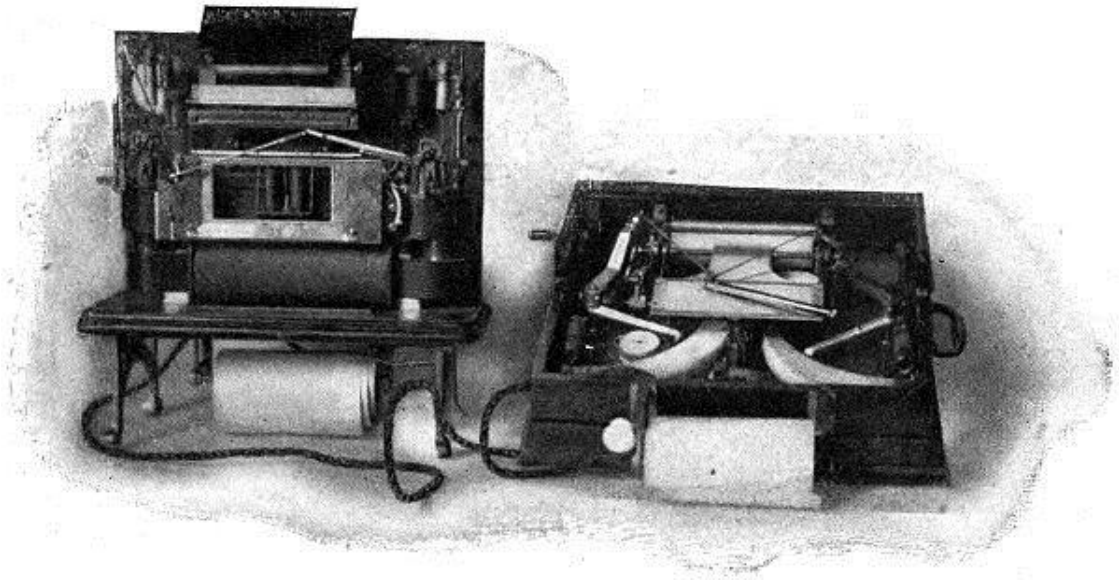
На приемной станции мы предоставляем средства, с помощью которых ток, достигающий напряжения 0,429 и повышающийся до 27,5, будет отмечать вертикальную линию длиной S M. Простое устройство для этой цели состоит из полой катушки из медной проволоки, или соленоида, как называют его электрики, по которой циркулирует поступающий ток, причем катушку можно свободно натягивать в виде оболочки на цилиндрический электромагнит. Степень, в которой такая катушка, должным образом прикрепленная к втягивающей пружине, натягивается на подходящий электромагнит, зависит от силы тока, циркулирующего в катушке. В простом приборе, который мы используем, предположим, что при подаче тока 110 вольт катушка перемещается в положение K, конец своего пути; что при подаче тока 6,875 вольт катушка перемещается в положение O; приемная катушка и передающий реостат помечены одинаковыми делениями. Наша приемная катушка приводит в действие карандаш, который соответствующим образом отмечает линию той же длины и направления, что и на планшете передающего прибора.

Давайте теперь передадим между этими двумя станциями серию горизонтальных линий. Для этого мы продублируем наше первое устройство. Мы размещаем второй реостат вдоль основания нашего отправляющего планшета, а не вдоль его боковой поверхности, и проводим второй провод по его оголенной поверхности движениями, всегда параллельными движениям маркировочного карандаша. Таким образом, второй ток, идущий по собственному проводу к приемной станции, повторяет через вторую катушку, или соленоид, горизонтальные отметки нашего передающего карандаша.

Теперь у нас есть два набора устройств, похожих во всех отношениях, одно передает реостат под прямым углом к другому; одно принимает соленоид под прямым углом к своему партнеру. В настоящем телеавтографе реостаты изогнуты, как показано на рисунке перед страницей 318, и они соединены рычагами таким образом, что движения письма вверх-вниз и в стороны точно представлены, от момента к моменту, в двух изменяющихся токах, посылаемых издалека. По мере поступления этих токов они приводят в действие карандаш, аналогичным образом снабженный рычагами, так что он движется по траектории, которая в точности соответствует траектории посылающего карандаша. Аппарат оснащен оригинальным источником чернил и устройством для перемещения заполняемой бумаги строка за строкой. По своим основным характеристикам телеавтограф был изобретен покойным профессором Элишей Греем из Чикаго. Его нынешний вид в значительной степени обусловлен модификациями и дополнениями мистера Джорджа С. Тиффани из Нью-Йорка. Инструмент обеспечивает удовлетворительное обслуживание в тысячах банков, фабрик, отелей, коммерческих офисов и домашних хозяйств. Его записи на обоих концах линии делают его неоценимой ценностью во многих случаях, например, на борту военного корабля, где приказы чрезвычайной важности могут быть занесены на его таблички. Внешний и внутренний виды прибора приведены на странице 318.



ТЕЛЕАВТОГРАФ СНАРУЖИ.



ТЕЛЕАВТОГРАФ, ВНУТРЕННИЙ.

Машины не могут напрямую имитировать руки: задача должна быть “Закодирована”.

Только несколько машин занимаются письмом или его дублированием, большинство машин выполняют совершенно другие задачи, на первый взгляд выполняемые руками. Изобретатели всегда сбивались с пути, когда пытались имитировать ручной процесс с какой-либо точностью. По этому поводу сэр Джон Флетчер Моултон из Лондона говорит: “Несомненно, вам часто приходилось посылать сообщение по телеграфу в какую—нибудь отдаленную страну, где плата за слово высока. Вы пишете свое сообщение настолько кратко, насколько это возможно, но даже при этом его длина внушительна. Вы прибегаете к своему телеграфному коду. В нем говорится вам, что если вы измените фразеологию своего сообщения, то сможете одним кодовым словом представить целую фразу. После этого вы принимаетесь за переработку своего сообщения таким образом, чтобы его можно было

выразить кодовыми словами. Сделав это, вы не улучшили его как сообщение. Оно менее лаконично и менее естественно выражено. Если бы вы писали, а не телеграфировали, вы бы предпочли использовать его в первоначальном виде. Но, как теперь выражаются, каждая из фраз, из которых оно состоит, может быть отправлена по проводам в форме и по цене отдельного слова, а стоимость всего сообщения составляет лишь малую долю от того, что было бы стоимостью сообщения в первоначальном виде. Он был отлит в форме, пригодной для дешевой телеграфной передачи. Точно так же обстоит дело и с изобретателем. Он должен найти серию операций, которые в своей совокупности эквивалентны серии операций ручного рабочего. Но каждая из этих операций сама по себе не обязательно должна быть такой, которая была бы пригодна для ручного труда или даже практически осуществима.

“Для него необходимо и достаточно, чтобы они соответствовали новым условиям, чтобы их можно было хорошо и легко выполнять с помощью механизма, и чтобы, взятые в целом, они давали тот же результат, что и серия, которую он проводит параллельно. Он переписывает сериал в терминах, подходящих для механизма, точно так же, как сообщение было переписано в терминах, подходящих для телеграфирования. Смысл сообщения должен оставаться прежним, но термины, используемые для его выражения, больше не являются теми, которые наиболее естественно используются в письменной или устной форме, а являются теми, которые можно передать по телеграфу с наименьшими затратами.

Кодирование шитья в машинке.

Чтобы пояснить, что я имею в виду, позвольте мне вернуться к знакомой операции шитья. Ручной процесс явно непригоден для механического воспроизведения. Как это перевести в эквивалентный цикл, подходящий для механизма? Другими словами, как это ‘закодировать’? Этот случай интересен, поскольку у нас есть два независимых решения, разработанных в разное время и сильно отличающихся по своей природе. Более раннее изобретение очень точно имитировало ручной цикл. Большой и указательный пальцы правой руки у человека были заменены парами щипцов, способных захватывать иглу и выпускать ее снова, но чтобы избежать необходимости следовать сложным движениям человеческих пальцев во время операции, использовались две пары щипцов, по одной с каждой стороны изделия, которые пропускали иглу взад и вперед через ткань друг к другу. Следуя этой идее, игла была заострена на обоих концах с ушком посередине, и, как при ручном шитье, на ней была нитка средней длины. Пара щипцов, удерживавших иглу с ниткой, продвинулась к ткани и прошла через нее к другой паре, которая взяла ее и отступила, чтобы туго натянуть нить и сформировать завершенный стежок. Для формирования следующего стежка работу перемещали на нужное расстояние и проделывали тот же процесс, линия движения иглы всегда оставалась неизменной.

“Здесь не так много "кодирования". Новый цикл настолько точно имитирует ручной труд, что практически не использует преимущества механического воздействия. Как и при ручной работе, здесь можно шить только нитками средней длины, и поэтому иглы необходимо повторно продевать через определенные промежутки времени. Поэтому ее превосходство над ручным трудом настолько незначительно, что сомнительно, могла ли такая швейная машина когда-либо конкурировать с ручной работой, а тем более заменять ее. Но у нее есть одно большое достоинство. Игольный механизм можно дублировать практически неограниченно, и движение заготовки, необходимое для направления стежков для одной иглы, будет одинаково хорошо работать для любого количества игл, работающих параллельно ей. Следовательно, машина, которая вышла бы из строя как швейная машина, выжила и оказалась полезной в качестве вышивальной машины. Работа натягивается между

двумя рядами щипцов и перемещается мастером в соответствии со стежками рисунка. Каждый стежок повторяется каждой из параллельных игл, которые работают бок о бок на удобном расстоянии, и, таким образом, одновременно создается столько копий рисунка, сколько имеется игл. Каждая из них является совершенным факсимиле всех остальных, и поскольку каждая точно копирует ошибки мастера, эта машина имеет право с гордостью похвастаться тем, что ее продукция обладает всеми дефектами ручной работы — важнейшей, как нам говорят, составляющей художественной красоты.

“В чем причина сравнительной неудачи этой попытки создать швейную машинку? Очевидно, что это связано с сохранением функции ручного управления, с помощью которой игла передается от одного удерживающего механизма к другому. Изобретатели современной швейной машины, с одной стороны, решили работать с иглой, закрепленной в держателе и не покидающей его на протяжении всей операции. Из этого сразу же следовало, что игла и нитка должны при обратном ходе возвращаться через то же отверстие, через которое они вошли в ткань, так что ни один стежок не мог образоваться, если только не возникало какого-либо препятствия для возврата нити. Здесь две известные и успешные формы машины разделили компанию. Оба устройства располагали ушко на острие иглы, чтобы ход не был излишне длинным, но в то время как машина для замкового стежка использовала вторую нить для создания необходимого препятствия, машина для цепного стежка использовала для этой цели петлю из исходной нити. Таким образом, в машине для строчения замков замененный цикл стал следующим:—

(1) Изделие перемещается под иглу для нового штриха.

(2) Игла (на конце которой имеется ушко, через которое проходит нить) протыкает ткань, увлекая за собой нить.

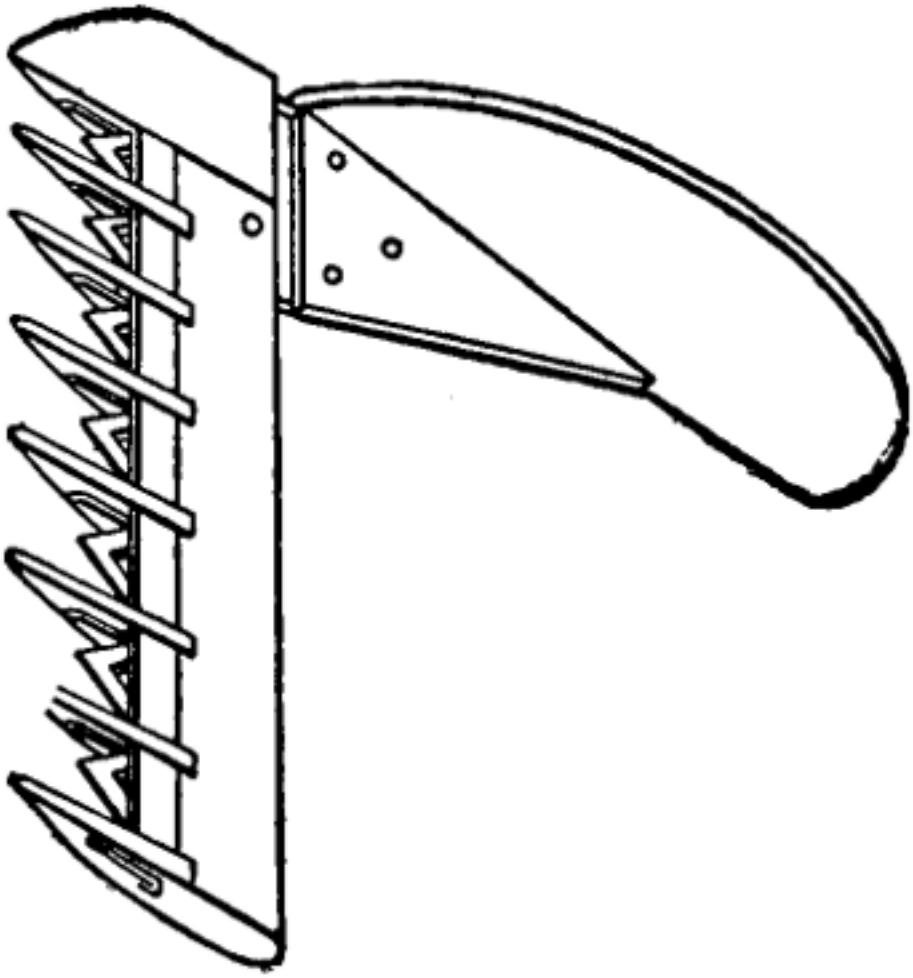
(3) Вторая нить пропускается между нитью и иглой (с помощью челнока или его эквивалента), когда игла находится в самом нижнем положении.

(4) Игла возвращается, в то время как при захвате нить втягивается, чтобы затянуть стежок.

“Для ручной работы этот цикл был бы неизмеримо сложнее обычного шитья, но он состоит из операций, механически простых в выполнении, в быстрой и точно рассчитанной последовательности, и поскольку всю используемую нить больше не нужно пропускать с одной стороны ткани на другую при выполнении каждого стежка, это принесло с собой важнейшее преимущество - возможность работать непрерывной нитью. Итак, вот великолепный пример "кодирования’. Неудивительно, что машины, которые она дала миру, используются практически повсеместно и глубоко изменили как нашу социальную, так и промышленную экономику ”.

Обэд Хасси и его косилка.

Одним из величайших изобретений всех времен является косилка Обеда Хасси из Мэриленда, изобретенная в 1833 году и впоследствии приспособленная для жатвы. При примитивной жатве высокорослых зерновых одна рука удерживает стебли вертикально, в то время как другая рука срезает эти стебли косой. Хасси в своем шедевре “кодирования” использовал металлические пальцы, которые удерживают зерна от сгибания, в то время как вибрирующие ножи обрезают плодоножки. По сей день его изобретение остается основой миллионов косилок, а также жаток; оно позволило значительно сэкономить труд и, сократив время, необходимое для сбора урожая, спасло многие миллионы бушелей зерна, которые в противном случае были бы уничтожены непогодой.



Косилка или жатка Обеда Хасси.

Немало первоклассных изобретателей встречается среди людей с большими способностями, которые объединяют обучение в двух различных областях науки, союзы которых они вдумчиво культивируют.

Новые способы атаки.

Таким образом, Гельмгольц, одновременно врач и физик, изобрел офтальмоскоп, этот простой инструмент для наблюдения за внутренней частью глаза. В менее возвышенном плане успех изобретателя может зависеть от широты его кругозора, от его близости к полям, удаленным от родного акра, так что он может выгодно объединить два искусства или процесса, которые на случайный взгляд кажутся совершенно не связанными или несовместимыми. Когда пневматический трубопровод между почтовым отделением и железнодорожной станцией перекрыт, огнестрельное оружие, по-видимому, не сулит никакой помощи. Но отщелкивание холостого патрона на открытом конце трубки отдает эхо в воздухе внутри трубки; при измерении интервала между нажатием на спусковой крючок и прослушиванием эха можно узнать, где заглушена трубка, поскольку известна скорость звука в воздухе. От трудов почтмейстера давайте обратимся к трудам аптекаря, который толчет свои лекарства в ступке, которая сохранила свой вид с того дня, как превратила зерно в муку. Точильные камни, пришедшие на смену ступке, были лишь в последние годы вытеснены венгерскими стальными вальцами, которые с новым совершенством отделяют

составляющие зерна. Их совершенство заключается в имитации дробления строительного раствора, а не в попытке заточки знакомых заусенцев.

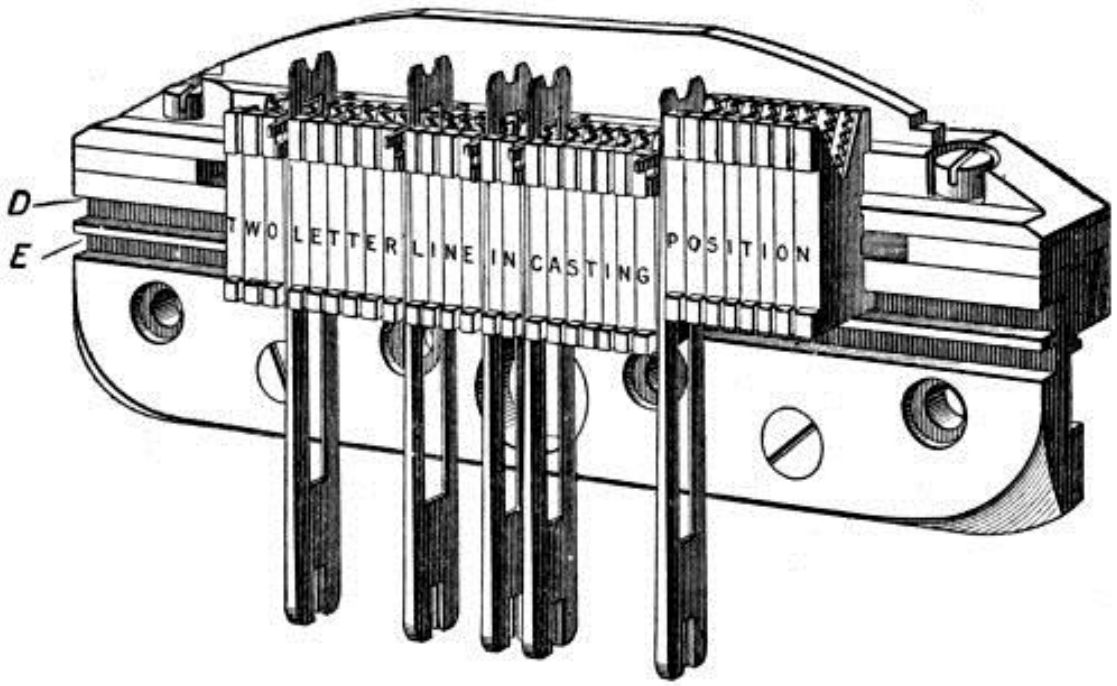
Практика мельника в одном конкретном деле дала почтмейстеру намек на ценность. На мукомольной фабрике дешевым и достаточным двигателем является простая гравитация, когда продукты переходят от одной машины к другой. В самом начале пшеница транспортируется конвейерами на верхний этаж, откуда продукты из нее спускаются поэтапно, движимые только силой тяжести, до тех пор, пока готовая мука в бочках не поступит в отгрузочные помещения рядом с железнодорожными путями. Этот принцип был принят на почте Чикаго, где полученные письма поднимаются на верхний этаж, оттуда под действием силы тяжести они в рассортированном виде направляются на первый этаж, где от них окончательно избавляются.

В некоторой степени параллельной областью является современное искусство проектирования планировки крупного производственного предприятия таким образом, чтобы материал перемещался как можно меньше между его входом и выходом. На хорошо спланированной верфи станки расположены таким образом, что стальные пластины, брусья и балки, доски непрерывно перемещаются от одного станка к соседнему и в конце концов достигают строительного причала.

Ножницы по металлу, режущие ножницы-мода, давно знакомая; на железных дорогах Питтсбурга, Форт-Уэйна и Чикаго машина Murphy используется по тому же принципу для разрезания старых шпал и балок мостов, предназначенных для топлива. Верхнее подвижное лезвие расположено примерно на расстоянии дюйма от нижнего неподвижного лезвия, чтобы шипы или болты могли проходить насквозь, не травмируя машину. При разделке кордовой древесины для печей и топилищ такую машину можно использовать вместо пилы.

Именно благодаря совершенному делению в настоящее время производятся новые и дешевые материалы для письма и полиграфии. Листья, предлагаемые папирусом переписчикам, использовались веками, так что растение дало свое название бумаге, которую сейчас изготавливают из волокон хлопка, льна или дерева, тонко измельченных, тщательно перемешанных и спрессованных между валиками, как клейстер. Бумага из-за своей гладкости, отсутствия зернистости и низкой цены намного предпочтительнее листьев папируса или пергамента. Ее производство было скопировано в различных новых отраслях промышленности. Древесину, измельченную в порошок, превращенную в целлюлозу, отлитую в ведра, кадки и тому подобное, пропитывают маслом для получения изделий из уплотненного волокна. Изготовленное таким образом ведро не расколется в сухую погоду при опорожнении и не впитает жидкость, и содержать его в чистоте так же легко, как стекло.

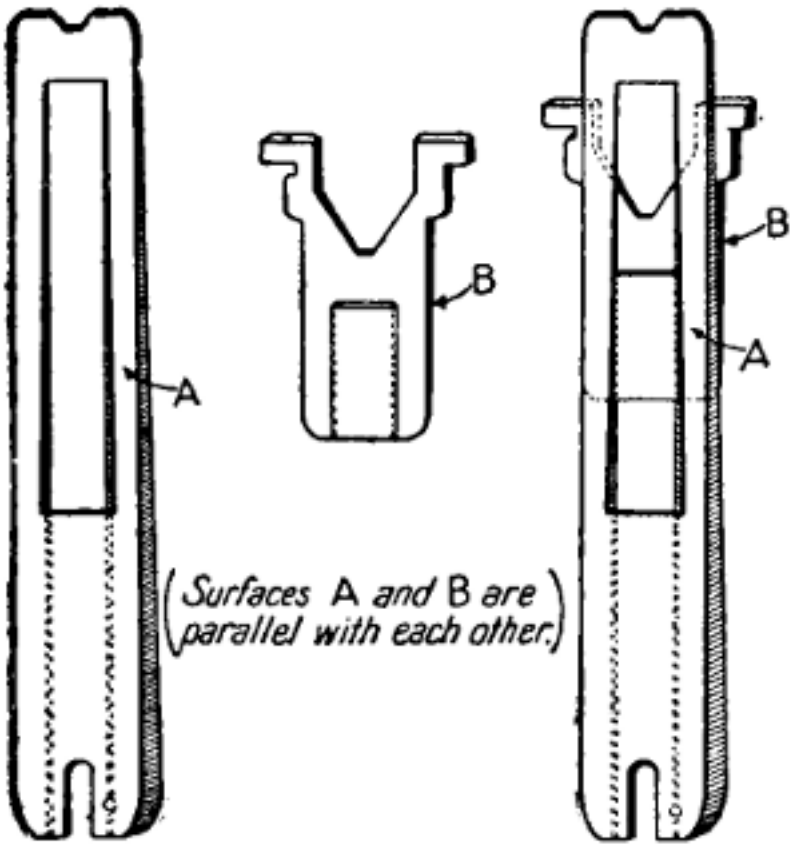
В то время как дерево, таким образом, нашло конкурента в целлюлозе, у камня появился новый конкурент, гораздо более грозный. Тротуары и опоры часто требуются на протяженных участках без стыков для пропускания дождя или мороза. Спрос удовлетворяется за счет цементов и бетонов, которые легко укладываются без стыков. Эти материалы, усиленные стальными каркасами, находят множество применений; их краткий обзор приведен в этой книге. Родственный продукт, терракота, обжигаемая при высоких температурах, теперь позволяет создавать красивые узоры не только для плитки, но и для стен, карнизов, навершийий, ваз, очагов и скульптур.



Линотип Мергенталера, изображающий пять двойных клиньев для обоснования.

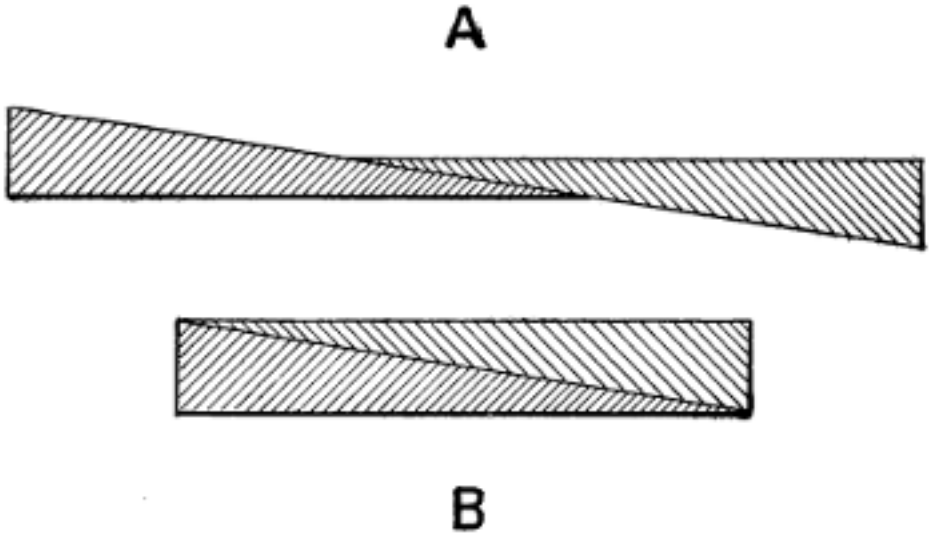
Линотипия и ее использование клиньями.

Глина в виде табличек была одним из первых средств печатного искусства, искусства последних лет, подвергшегося многочисленным неожиданностям со стороны неожиданных захватчиков. Композиция теперь выполняется машинами различных моделей, одной из которых является линотипия Мергенталера, использованная для этой книги. По сути, эта машина является литейной, а не наборной, и напоминает о главных задачах литейного производства. Когда оператор прикасается к клавишам, он запускает последовательность матриц, из которых отливают линию как единое целое. В своей последней версии этот аппарат позволяет оператору мгновенно переключаться с одного шрифта на другой, вводя по желанию римский, курсивный и черный шрифт лицевой стороной в одной строке. Сложные книги, таблицы и брошюры с заголовками глав или примечаниями на полях в этой новой модели могут быть созданы в четыре-шесть раз быстрее, чем при написании от руки.



Оправдатель с двойным клином Дж. У. Шакерса.

На иллюстрации показаны двухбуквенные матрицы специальной машины Мергенталера. Верхний обычно представляет собой основной символ, а нижний - курсив, маленькую заглавную или черную грань. Эти нижние матрицы немного приподнимаются клавишей, чтобы соответствовать верхним матрицам. Таким образом, верстальщик имеет в своем распоряжении два разных шрифта. Канавка E принимает ушки матриц. В нормальном положении D принимает ушки матриц, приподнятые для создания второстепенных символов. Таким образом, матрицы удерживаются в нужном положении во время литья. Между матрицами будут установлены пять двухклиновых направляющих. Эти устройства, изобретенные J. W. Schuckers, являются неотъемлемой частью машины. Напомним читателю, что обоснование - это такой интервал между содержимым строки, чтобы оно аккуратно заканчивалось словом или слогом. В машинописных рукописях отсутствие обоснования делает концы строк неровными и неприглядными. Мистер Шакерс в конце каждого слова ставит пару клинышек. Когда оператор приближается к концу линии, он вдавливает весь ряд клиньев в этой линии; внешние стороны каждой пары всегда остаются параллельными, и при вдавливании эти внешние стороны как раз достаточно раздвигаются, чтобы точно распределить линию. Чтобы приподнять стол или конторку и в то же время поддерживать их всегда на одном уровне, мы можем использовать пары клиньев таким же образом; они, конечно, должны быть намного больше и толще, чем те, которые используются в линотипии. Иллюстрациюсмотрите на следующей странице.



A - два клинья, частично соприкасающиеся.
B - два клинья, полностью соприкасающиеся, внешние стороны параллельны.

Сегодня книга может быть воспроизведена без какого-либо обращения к давно необходимому шрифту. Фотограф берет том и повторяет его на страницах любого желаемого размера, не прибегая не только к наборщику или литейщику, но даже к корректору, поскольку камера дает точное *факсимильное* изображение оригинала. Если книга иллюстрирована, достигается дополнительная экономия; ее рисунки копируются так же точно и дешево, как печатные издания.

Изобретательность в копировании и декорировании.

Подвиг, который является сущим пустяком по сравнению с воспроизведением книги по фотографии, совершается за счет заимствования из старого ресурса. Кондитеры с незапамятных времен выдавливали пасту из пакетиков через отверстия для украшения свадебных тортов и тому подобного. С помощью подобных мешочков декораторы наносят тонкую струйку штукатурки на подобие цветов, фруктов и арабесок на потолках и карнизах. По тому же принципу, с более сильным давлением, мыло вытесняется из резервуара через квадратное отверстие, образуя бруски для прачки. Снова увеличивая давление, глина для производства кирпичей выталкивается наружу, чтобы быть разделенной на отрезки, подходящие для обжига. Свинцовая труба изготавливается по тому же принципу, напоминающему производство макарон. Следующий шаг был предпринят Александром Диком, изобретателем Delta metal; применяя гидравлическое давление на металлы при раскалении докрасна, он выплавлял проволоку и прутки различного поперечного сечения, заменив метод вытяжки через штампы.

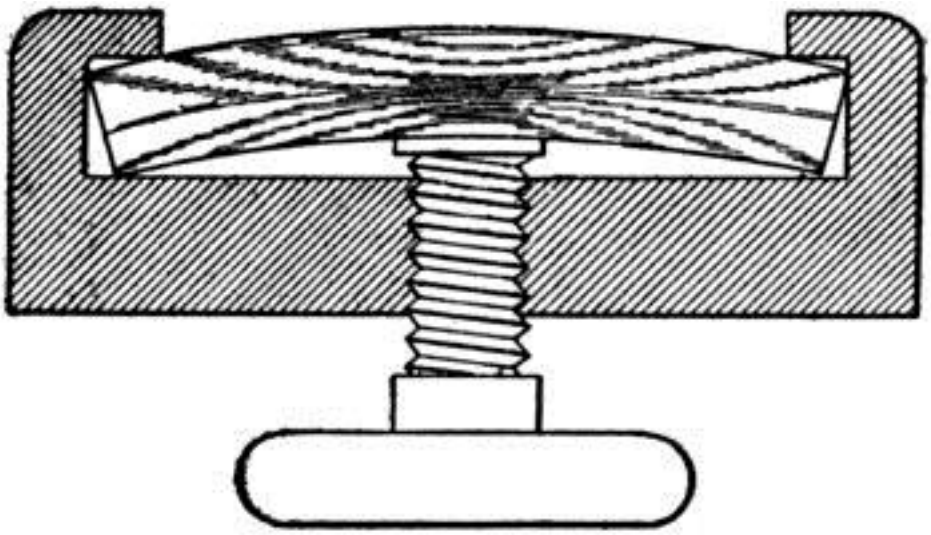
Фрост в роли слуги.

Как холод, так и тепло могут быть использованы новым способом. Мясо птиц, зверей и насекомых теперь подвергают жесткой заморозке, чтобы его можно было нарезать очень тонкими ломтиками, четко демонстрирующими детали структуры. Как процесс замораживания может помочь шахтеру, было впервые показано в Германии в 1880 году, когда Герману Петчу, горному инженеру, пришлось прокладывать шахту недалеко от Ашерслебена до угольной жилы, где после выемки 100 футов был обнаружен слой песка толщиной восемнадцать футов, перекрывающий уголь. Петчу пришло в голову, что большую трудность, вызванную поступлением воды через песок, можно преодолеть, затвердев всю

массу путем замораживания. Чтобы сделать это, он пробил выемку песка большими трубами диаметром восемь дюймов, полностью пройдя сквозь него и погрузившись на фут или два в нижележащий уголь. Они располагались по кругу с интервалом в метр и близко к периферии шахты. Они были закрыты на нижнем конце. Внутри каждого из них, открытого на нижнем конце, находилась труба диаметром в дюйм. Эта система труб была соединена таким образом, что замкнутая циркуляция могла осуществляться вниз по маленьким трубам и вверх по большим. Неподалеку был установлен автомат со льдом, какими пользуются пивовары, и его поддерживали при температуре ниже нуля по Фаренгейту. Содержимое резервуара, заполненного раствором хлорида магния, который замерзает при температуре -40 ° по Фаренгейту, циркулировало по описанным наземным трубам. Термометры, помещенные в трубки, погруженные в массу песка, показывали 51,8 ° по Фаренгейту. в начале процесса. Циркуляцию поддерживали, и на третий день вся масса была заморожена. Внутри сплошной мерзлой стены материал был извлечен без повреждений в результате обрушения или притока воды. Промерзание проникло в уголь на три фута и на расстояние шести футов за пределы труб. Циркуляция поддерживалась до завершения земляных работ и возведения стен. По несколько похожему плану туннели были пробурены в труднопроходимом грунте. В последние годы в Детройте и других местах серьезные прорывы в водопроводных сетях были устранены после того, как в процессе замерзания вода затвердела.

Поляризованный свет и рентгеновские лучи.

Свет, так же как тепло и холод, сегодня призван выполнять новые обязанности. Давным-давно было замечено, что поляризованный свет, проходящий через прозрачный кристалл или стекло, четко выявляет в пестрых областях любые деформации, которым кристалл или стекло могут быть подвержены. В последнее время этот факт с новым мастерством применяется для исследования деформаций в инженерных конструкциях. Модель из стекла, тщательно отожженная, помещается на пути луча поляризованного света. Смещая точки приложения усилий и опоры, нагружая конструкцию в большей или меньшей степени, здесь или там, мы непосредственно видим распределение напряжений и деформаций. Таким образом, были исследованы различные криволинейные формы, а также тела, к которым не применим закон Гука о строгой пропорциональности деформации напряжению. Фотографии, сделанные этим методом, показывают распределение напряжений в кольцах, подвергнутых внешнему сжатию, коленчатых валах и крюках автосцепки. Таким образом, было бы интересно сравнить стандартные типы балок, ферм и мостов, а также арок различных форм, как правильных, так и косых.



Поляризованный свет показывает деформации в стекле.

Поляризованный свет, который при первом открытии казался не более чем единичным и совершенно стерильным явлением, имеет и другие очень важные применения. Он сообщает химику, сколько сахара содержит данный раствор; он отображает внутреннюю архитектуру горных пород, когда их распиливают на тонкие срезы.

Еще более ценными, чем поляризованный свет, являются рентгеновские лучи, открытые профессором Рентген. Одним из их последних применений является выявление загрязнений и пузырьков воздуха в электрических кабелях, что делает процедуру намного проще, чем использование электрических инструментов. При производстве рентгеновских и подобных им лучей используется трубка, максимально приближенная к вакуумной. В качестве вспомогательного средства для удаления воздуха профессор Джеймс Дьюар из Кембриджского университета недавно с замечательным успехом применил кокосовый уголь. Он подвергает его сильному охлаждению жидким воздухом, затем устанавливает связь между сосудом, наполненным этим древесным углем, и лампой, давление в которой разряжено до одной четвертой обычного атмосферного давления, и получает воздух настолько разреженный, что электрическая искра проходит через него с трудом. Вот и все для развития давно известного сродства древесного угля к газам - свойства, степень которого возрастает с понижением температуры.

ГЛАВА XXII
АВТОМАТИЗМ И ИНИЦИАЦИЯ

Самодействующие устройства сокращают трудозатраты. . . Запускают эффекты в лаборатории, студии и цехе. . . Телефоны-автоматы . . . Равновесие атмосферы может быть легко нарушено.

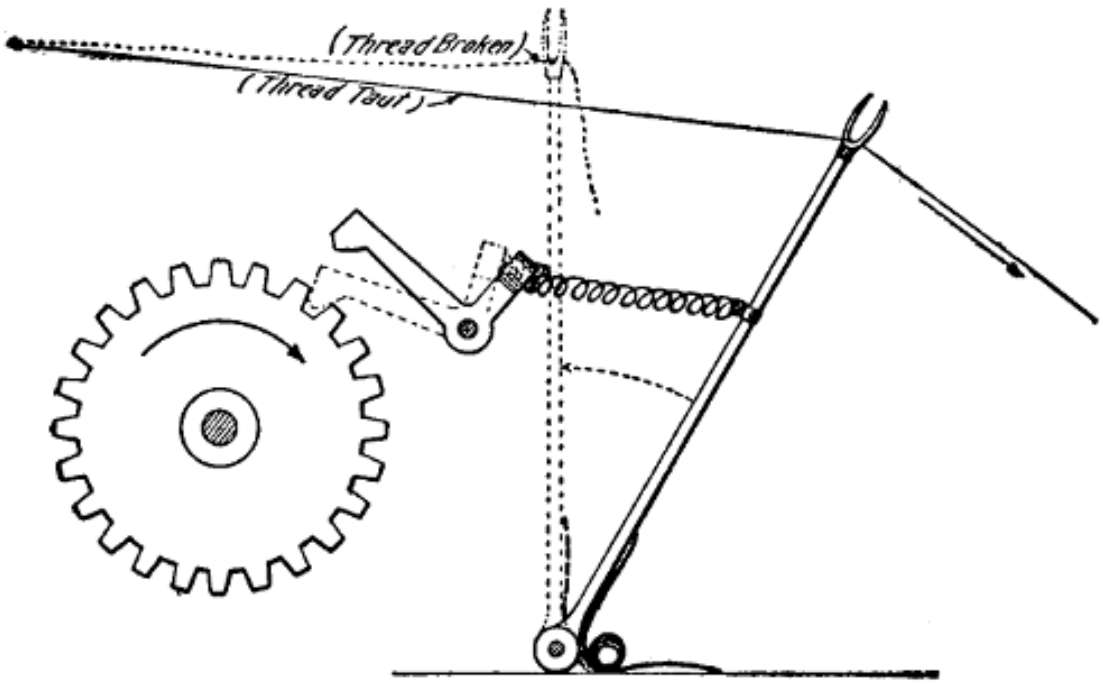
Здесь мы можем ненадолго рассмотреть несколько фундаментальных принципов конструирования, с помощью которых изобретатели экономили материал, труд и энергию, делая свои устройства самодействующими и настраивая устройство таким образом, что простое прикосновение в нужное время и в нужном месте приводит его в действие.

Паровые машины.

Хамфри Поттер был мальчиком, долг обязывал его открывать и закрывать клапаны паровой машины Ньюкомена, когда она медленно совершала свой круг. Он был мальчиком человеческого типа, которому игры нравились больше, чем его утомительная работа, поэтому он нашел способ избавить себя от рутины постоянного перемещения ручек клапанов туда-сюда. Он привязал стержень к ходовой балке таким образом, чтобы он открывал клапан в нужный момент, а в другой точке своей цепи, при необходимости, закрывал его. Тогда и только тогда паровой двигатель стал самодействующим. В лучших современных типах двигателей этот автоматизм заходит действительно далеко. Механизм не только закачивает воду по мере необходимости как в котел, так и в конденсатор, он мгновенно отключает подачу пара, когда двигатель работает слишком быстро, а при низких оборотах двигателя отверстие между котлом и цилиндрами открывается полностью. И далее: автоматические кочегарки подают уголь в топку со скоростью, которая меняется в зависимости от потребности, и если давление пара падает из-за чрезмерного расхода электроэнергии, то на колосниковые решетки попадает дополнительное количество угля. Когда в качестве топлива используется нефть, автоматическое топление, конечно, работает наилучшим образом, поскольку не требуется удалять ни золу, ни шлакоблоки — кстати, эта обязанность на крупных центральных станциях требует большого оборудования, полностью автоматического.

Часы с автоподзаводом.

Суть автоматизма заключается в том, что механизм в определенный, заранее определенный момент операции выполняет требуемое действие. Таким образом, возьмем обычный пример с боевыми часами: в конце каждого часа нажимается на фиксатор, чтобы освободить молоток, который ударяет в гонг нужное количество раз. Предположим, что часы приводятся в движение гирькой или пружиной обычным способом; каждый день или каждую неделю гирьку или пружину нужно будет заводить. У временных образцов нового сорта период, в течение которого не требуется никакого внимания, удлиняется до года. Часовая компания с автоподзаводом из Бруклина, штат Нью-Йорк, производит часы, которые приводятся в движение тонкой пружиной, очень похожей на обычные часы; эта пружина каждый час автоматически заводится крошечным электродвигателем, соединенным с небольшой батарейкой в корпусе часов. Прилагается приложение, с помощью которого по проводам телеграфной компании Western Union часы каждый час приводятся в соответствие со стандартным временем Национальной обсерватории в Вашингтоне. Плата за эту услугу составляет один доллар в месяц.

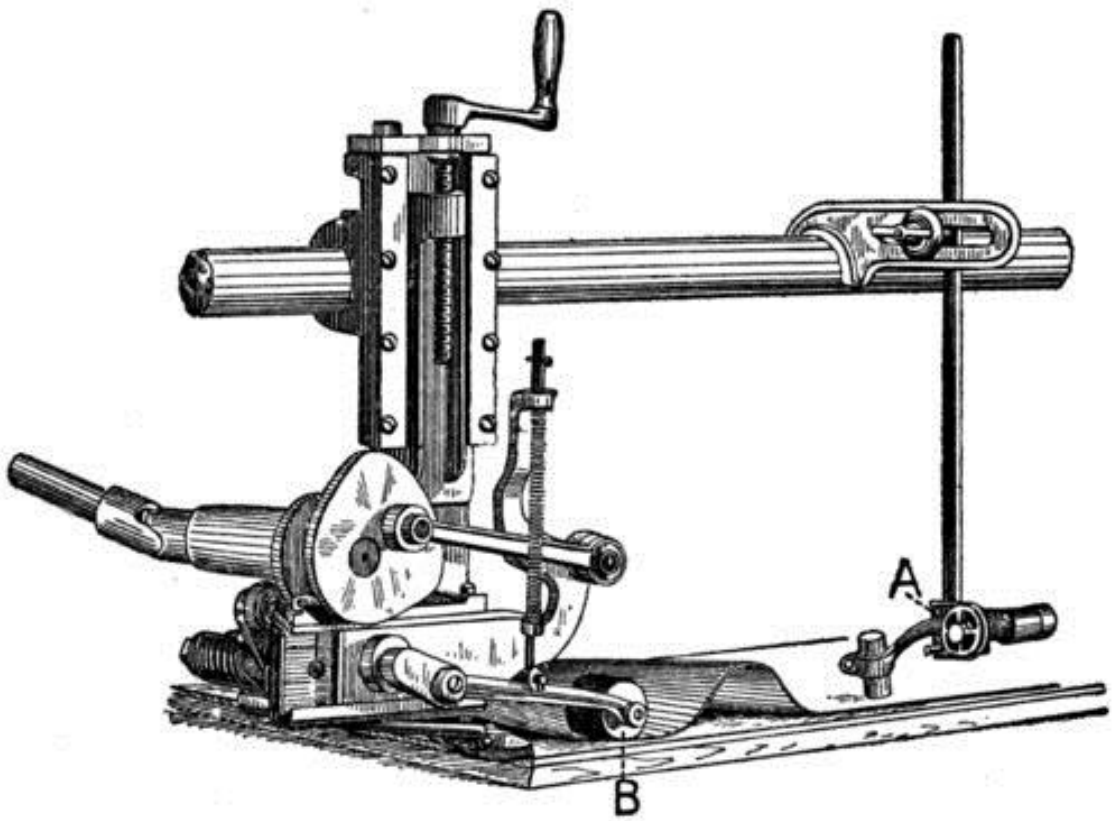


Остановкадвижения.

Ткацкие станки и прессы.

Сегодня проектировщики всегда стремятся сделать машину самодействующей, ограничить задачу оператора запуском, направлением и остановкой, и все это с максимальной легкостью и наименьшими возможными усилиями. Успех в этом направлении зашел так далеко, что один рабочий на хлопчатобумажной фабрике может взять на себя управление шестнадцатью ткацкими станками Northrop и уйти обедать, оставив всех за работой. В случае, если в каком-либо из них оборвется нить, ткацкий станок остановится сам по себе, и никакого вреда не будет причинено, единственная потеря заключается во времени, в течение которого колеса и рычаги простаивали без дела. Самый простой механизм остановки - это вилка, через которую проходит нить; когда нить движется вперед, вилка сгибается вниз, вытягивая легкую спиральную пружину; в случае разрыва нити пружина мгновенно поднимает вилку, которая при подъеме останавливает машину.

К числу наиболее примечательных автоматических машин относятся прессы, которые берут непрерывный рулон бумаги, печатают с обеих сторон, разрезают его на листы, складывают их, приклеивают сзади и, при желании, сшивают их вместе и прикрепляют обложку. Такой пресс символизирует объединение нескольких операций, когда-то отличавшихся друг от друга; он демонстрирует большую изобретательность, тщательное планирование, бумага точно адаптирована к нагрузкам, с которыми ей приходится сталкиваться, а чернила быстросохнущие.



Механизм подачи Dexter.
Компания Dexter Folder Co., Нью-Йорк.

Механизм подачи Dexter.

Операции переплета и значительная часть печати приходится выполнять с отдельными листами бумаги или карточек. Подача их в прессы, папки или переплетные машины на протяжении многих лет была ручной задачей. Сегодня нью-йоркская компания Dexter Folder Company в разнообразии машин заменяет этот тяжелый труд искусной имитацией ручных движений. Самый верхний лист бумаги в стопке на мгновение удерживается резиновым пальцем в точке A, в этот момент маленький резиновый валик B слегка прогибает лист; в то же время воздушная струя поднимает лист из стопки; все это делается в мгновение ока, палец A поднимается, и лист проходит либо в пресс, либо в фальцевальную машину. Путь подачи бумаги настолько ограничен, что за один раз может пройти не более одного листа; если появляется два или более листов, механизм подачи останавливается, останавливая пресс или папку. Когда каждый лист выходит из-под резиновых пальцев, стол, на котором лежит стопка бумаги, приподнимается всего на один слой бумаги толщиной.

Самодействующие приборы в металлургии.

Мистер Джеймс Дуглас, президент компании Copper Queen Company, Нью-Йорк, так описывает автоматические устройства в металлургии: “Золотая мельница с ее серией автоматических операций является порождением калифорнийской изобретательности. В нем ручной труд почти полностью заменен глазным, поскольку функцией рабочих является надзор, а не работа. Руда, сбрасываемая в дробилки, попадает в большие карманы, откуда поступает в автоматические питатели, которые подают штампы в регулируемом количестве. Свободное золото частично извлекается жидкой ртутью в ступках и медными пластинами, прикрепленными к их стенкам, а частично - на фартуке из амальгамированных медных пластин, по которому стекает измельченная масса, вытекающая из сита аккумуляторной

батареи. Автоматические вентиляторы принимают хвосты, отделяют сульфур и выгружают отходы. Когда источником питания является вода, поток распределяется на пелтоновые колеса, соединенные с отдельными группами или даже частями оборудования. Отсутствие промежуточной ходовой части повышает не только ощущение, но и реальность автоматизма и делает искусно организованный и тщательно оборудованный калифорнийский завод одним из триумфов современной механической металлургии ”.

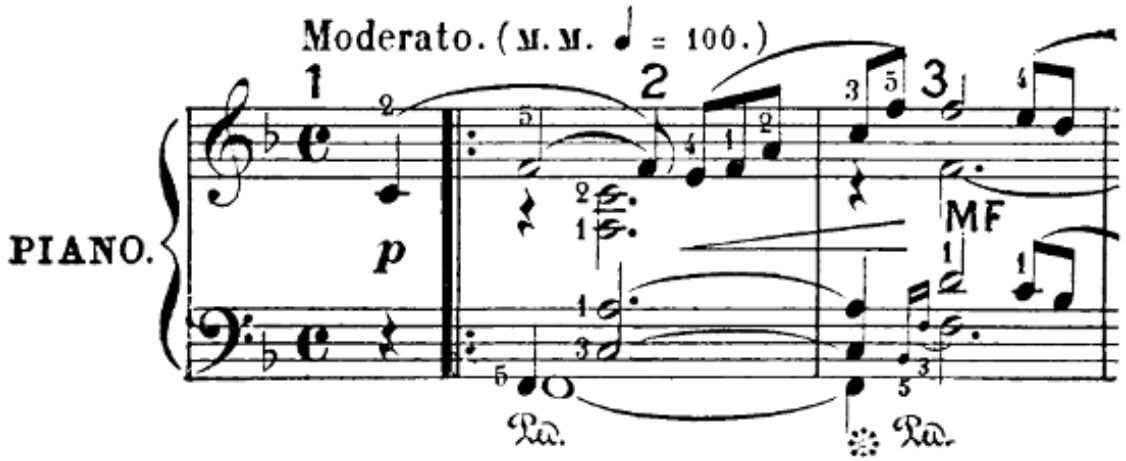
Пути к директивам.

Интересная область изобретательности заключается в том, чтобы дать работе правильное начало и проложить простой путь. Разрыв на листе бумаги точно повторяет линию направляющего сгиба. Почтовые марки, какими бы маленькими они ни были, мы легко отделяем друг от друга, потому что перфорация задает направление деформации разрыва. Поэтому каменщик заботится о том, чтобы прорезать V-образную канавку в породе, которую он должен разбить, по которой и проходит разлом. Болт при чрезмерном натяжении сломается в резьбе, независимо от того, будет это наименьшее сечение или нет, потому что резьба является отправной точкой для отрезания. Стеклянный стержень разделяется небольшим усилием при условии, что на его поверхности была пропилена канавка. Во всем этом показана важность предотвращения при литье или ковке таких мельчайших трещин, которые при сильном напряжении могут привести к разрыву.

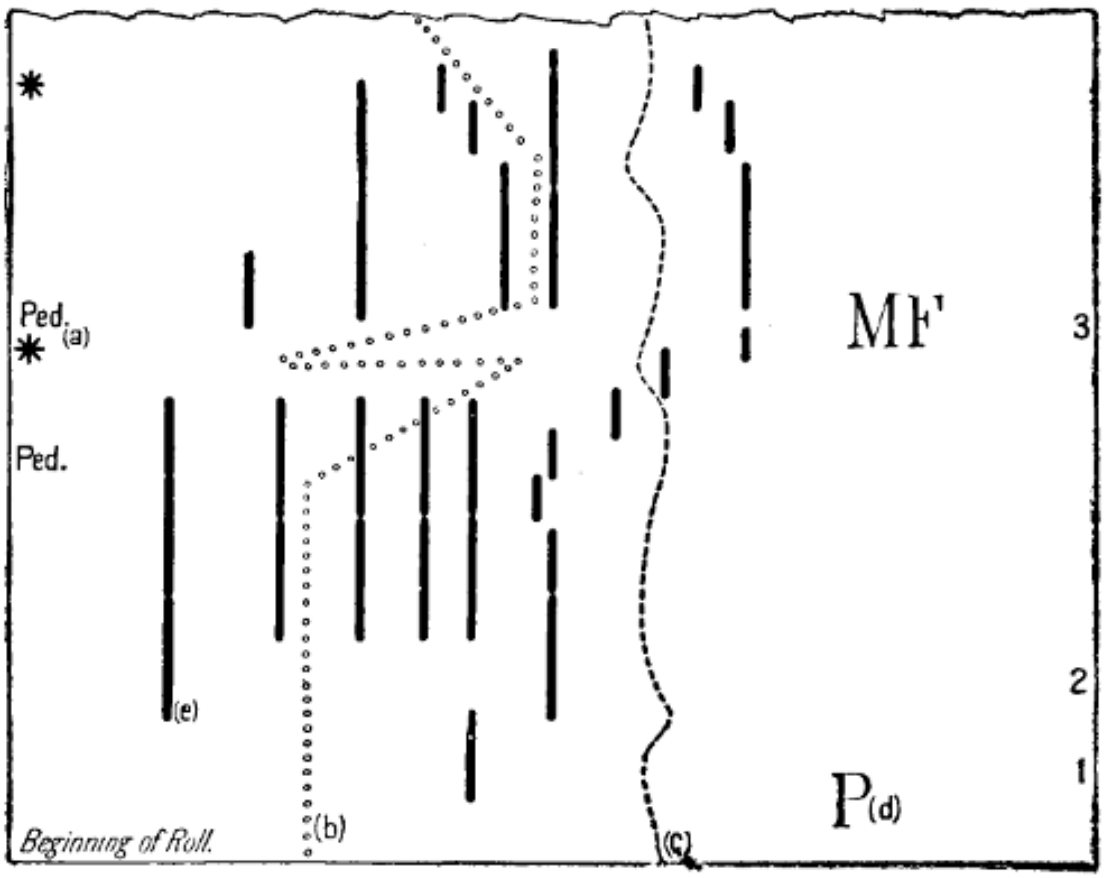
Пианола.

За последние десять лет автоматические музыкальные инструменты были значительно усовершенствованы и в настоящее время прочно зарекомендовали себя в обществе. Немало учителей mark используют их в своих школах как средство приобщения своих учеников к лучшей музыке. Все эти инструменты предоставляют исполнителю возможность для самовыражения; эффекты, производимые опытным исполнителем, замечательны и придают окраску предсказанию о том, что автоматическая музыка может иметь параллельную историю с историей фотографии, которая, наконец, обрела истину и красоту, которые ставят ее в соперничество с искусством художника.

Из учебной серии, выпущенной “Эолийской компанией”, Нью-Йорк, здесь приведены несколько нот из "Traumerei" Шумана вместе с этими нотами в том виде, в каком они представлены на нотном листе для пианолы.



“Traumerei” Шумана, первые ноты.

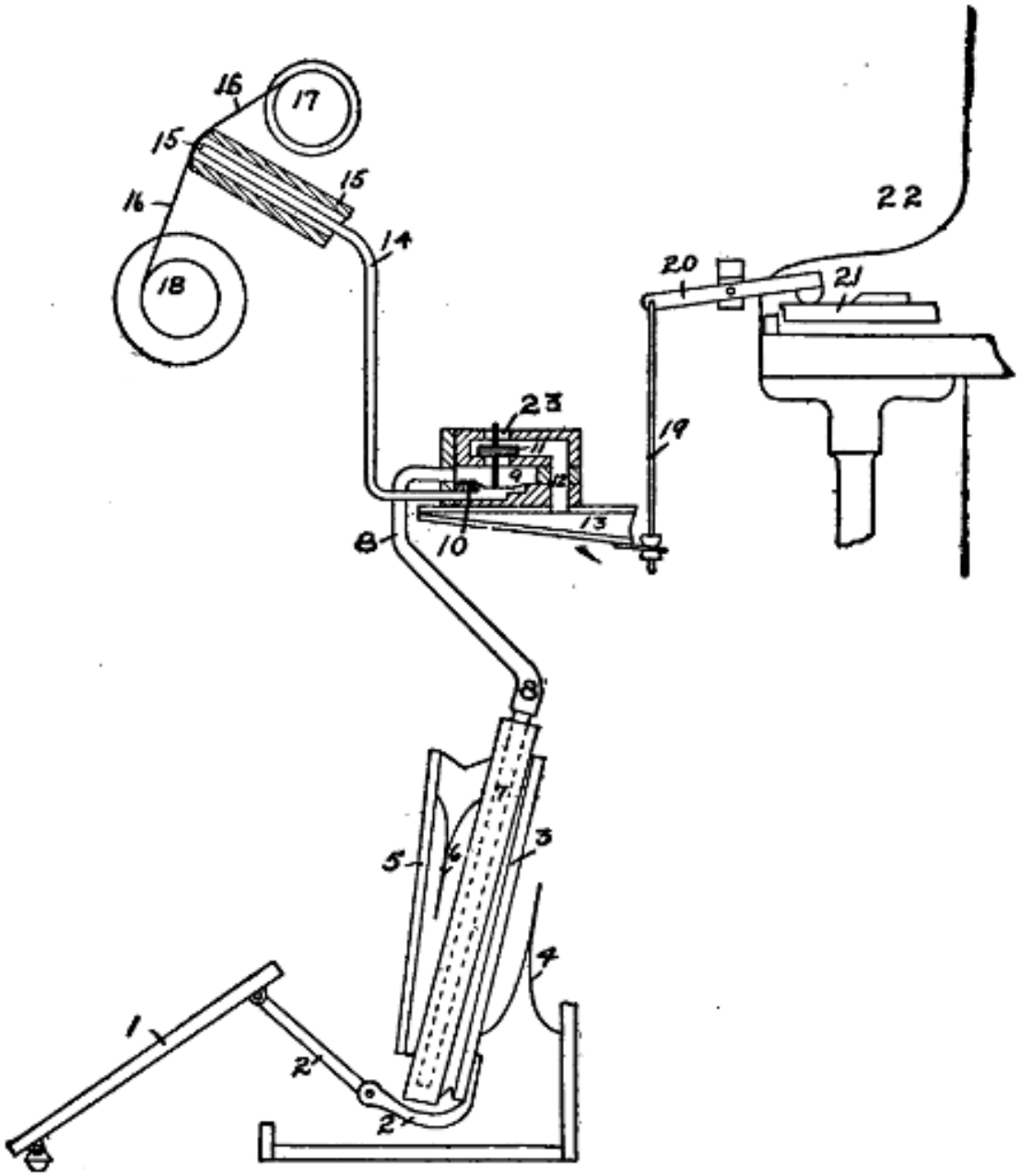


(a) "Ped." *put on damper pedal;* ✱ *take off pedal.*
(b) *Expression Line.*
(c) *Metrostyle Line.*
(d) *Expression Marks.*
(e) *Roll Perforations.*
1, 2, 3, etc., *"Theme" or "phrase" numbers corresponding to numbers on music.*

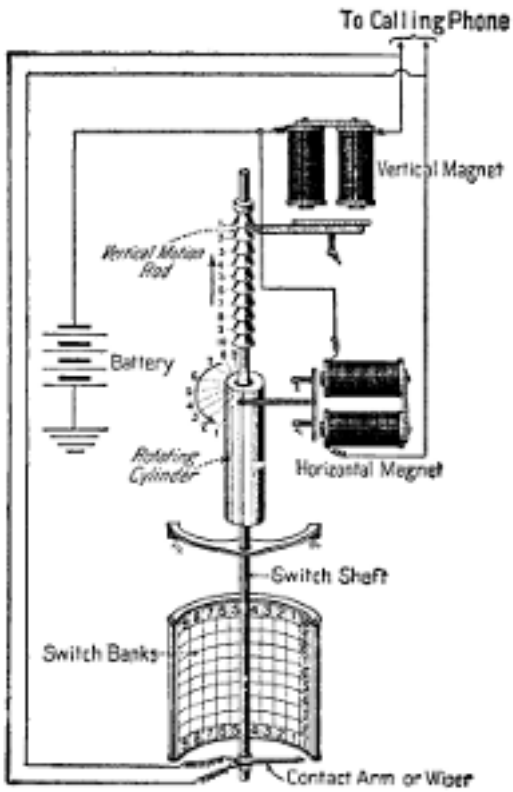
Первые ноты “Traumerei” на рулоне пианолы.

Пианола приводится в действие всасыванием за счет выпуска воздуха из сильфона, обычно растягиваемого пружинами, как показано на рис. 5 на прилагаемой иллюстрации. Вытяжка приводится в действие педалью 1; панель 3 с небольшим сильфоном выпускает воздух из 5 в камеру 7 с помощью ряда клапанов, которые подробно не показаны. Когда воздух откачивается из 5 за движения вытяжного устройства 3, этот сильфон сжимается, несмотря на действие возвратной пружины 6. Теперь режим выпуска может воздействовать на любую камеру всего механизма через магистраль 7 и патрубок 8. Когда отверстие в нотном листе 16 проходит по соответствующему каналу в трекере 15, воздух поступает через трубку 14, которая освобождает диафрагму в камере 9, изготовленную из очень тонкого куска кожи, на которую опирается стержень клапана 11. Благодаря всасыванию в камере 9 эта диафрагма мгновенно поднимается и закрывает внешнее отверстие 23 посредством клапана 11, обеспечивая свободное сообщение от трубы 8 через камеры 9 и 12 к пневматическому ударнику 13, который закрывается, и через питман 19 и палец 20 ударяет по ключу. Как тольконеперфорированная часть нотного листа проходит через отверстие 15 в трекборде, поток воздуха по трубе 14 прекращается, и давление на маленькую диафрагму в камере 9 прекращается, и клапан 11 немедленно падает и позволяет воздуху проходить в ударную

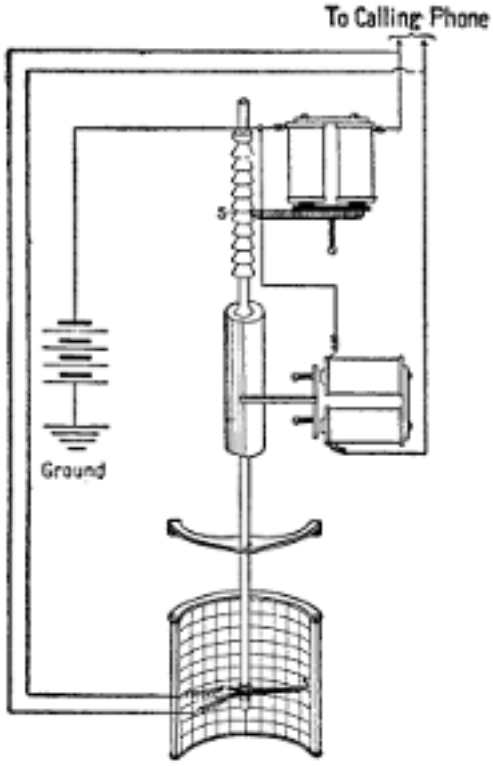
пневматику 13 через отверстие 23, так что пневматика 13 и рычаги клавиш возвращаются в свои нормальные положения.



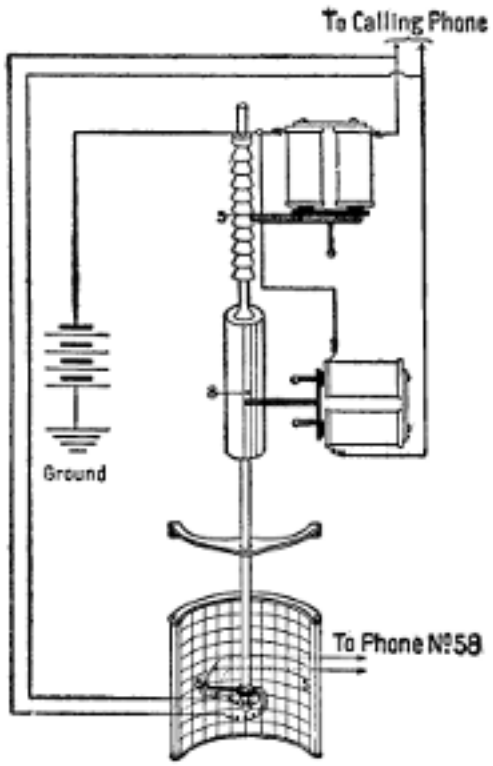
Механизм Пианолы.



Ответ
Перед звонком.



Б
Звоню в пятидесятые.



C
Звонит 58-й из числа пятидесятых.

Телефон-автомат. Automatic Electric Co., Чикаго.

Увеличенные иллюстрации (113 кБ)

НАБИРАЮ НОМЕР 6 ПО ТЕЛЕФОНУ-АВТОМАТУ
Automatic Electric Co., Чикаго.

Телефоны-автоматы.

Многие самодействующие механизмы используют электричество. Благодаря этому замечательному агенту Чикагская компания Automatic Electric устанавливает телефонные системы, которые позволяют абоненту напрямую соединяться с любым другим абонентом, без вмешательства оператора на центральной станции. Как показано на примере крупных бирж, таких как биржи в Дейтоне, штат Огайо, и Гранд-Рапидсе, штат Мичиган, этот аппарат сложен в деталях. Если мы возьмем небольшой обмен, например, в деревне со 100 инструментами, мы можем легко понять основные принципы метода. Предположим, что номер 1 из наших приборов находится в Почтовом отделении, куда почтмейстер желает позвонить 58. Пальцем он перемещает отверстие 5 в циферблате своего вызывного

устройства (см. страницу напротив 336), пока оно не коснется выступающей кнопки. Затем он отпускает ручку, когда циферблат возвращается в исходное положение. При возврате он посылает пять импульсов в центральное отделение, где вертикальный стержень поднимается на пять выемок (см. Иллюстрацию, стр. 336). Затем он перемещает отверстие 8 к шпильке и отпускает ее. На этот раз стержень проходит значительную часть своего полукруга движения. В тот момент, когда его путешествие подходит к концу, вылетает крошечная металлическая ручка, и соединение завершается проводом, идущим к 58, который звонит в его колокольчик. В случае, если он занят, в телефоне № 1 раздастся жужжание. Механизм переключения, который задействован при всем этом, прост. Есть десять рядов переключателей, по десять в каждом ряду: самый нижний ряд работает от 1 до 10, следующий от 11 до 20 и так далее. Движение вертикального стержня вверх в нашем примере довело его до пятидесятых; движение поворота решило, что из этих пятидесятых переключатель 58 должен быть соединен с номером 1. Когда разговор заканчивается, вешание трубки посылает ток по обоим проводам цепи, чтобы освободить стержень селектора, который возвращается в исходное положение.

Если вместо деревни у нас есть довольно большой город с биржей в 1000 подписчиков, вызов, скажем, 829 будет включать в себя прохождение первой лунки 8, затем лунки 2 и, наконец, лунки 9. И так далее для еще более крупных обменов. Пионером-изобретателем автоматической телефонной связи был покойный мистер Элмон Б. Строугер.

Химические триггеры.

От электрических спусковых механизмов мы переходим к химическим. Пистолет может быть заряжен порохом и годами оставаться в состоянии полного покоя, пока прикосновение к спусковому крючку не приведет к взрыву пороха с потрясающим эффектом. Пример типичен: природа и искусство изобилуют случаями, когда небольшое количество энергии, правильно направленной, управляет энергией значительно, возможно, бесконечно большей по количеству. Часто в химическом соединении равновесие притяжения настолько хрупко, что его может нарушить вздох или нота скрипки, например, когда любое из этих явлений вызывает взрыв йодистого азота. Луч света добивается того же результата со смесью хлора и водорода. Одним из наиболее известных фактов химии является то, что топливо, такое как уголь, может оставаться нетронутым в воздухе целую вечность. Один раз доведите его часть до кипения, и вся остальная масса тоже подгорит. Железо обладает сильным сродством к кислороду, но для соединения с газом вначале должно быть некоторое количество влаги; то же самое верно и для углерода. Горящую струю монооксида углерода можно погасить, погрузив ее в сосуд с сухим кислородом. Газы из горловины доменной печи при температуре от 250 ° до 300 ° по Цельсию не являются воспламеняющимися в атмосфере до тех пор, пока воздух не будет увлажнен паром или иным способом. Затем в мгновение ока начинается серьезное горение.

В фотографии мы сталкиваемся с аналогичными фактами: фиолетовые лучи могут создавать впечатление, которое желтый свет может завершить и только завершить. Вулкан прозрачен для красных и инфракрасных лучей, которые, хотя и не оказывают воздействия на неэкспонированную пластину, способны продолжать действие актинических лучей на пластину, которая была экспонирована в течение очень короткого времени.

Почему погода нестабильна.

От фотографии давайте перейдем к рассмотрению атмосферных условий, которые сильно влияют на ее работу. Погода изо дня в день зависит от факторов, настолько изменчивых и

нестабильных, что прогнозировать ее более чем за двадцать четыре часа небезопасно. “Предположим, что слой воздуха, - говорит профессор Бальфур Стюарт, - почти насыщен водяными парами, то есть находится лишь немного выше точки росы; в то же время он теряет тепло, но медленно, так что, если предоставить его самому себе, пройдет много времени, прежде чем влага осядет. Теперь такой слой находится в очень хрупком состоянии молекулярного равновесия, и падение в него маленького кристаллика снега сразу же вызвало бы замечательные изменения. Снег охлаждал бы воздух вокруг себя, и таким образом влага оседала бы вокруг снежинки в виде мелкого тумана или росы. Итак, этот осажденный туман или роса, будучи жидкостью и испуская все возможные при его температуре тепловые лучи, отдавал бы свое тепло в пустое пространство гораздо быстрее, чем насыщенный воздух; следовательно, он стал бы холоднее, чем воздух вокруг него. Таким образом, будет охлаждено больше воздуха и осаждено больше тумана или росы; и так далее до тех пор, пока не произойдет полное изменение состояния. В этом воображаемом случае мельчайшая снежинка, так сказать, нажала на спусковой крючок и заставила ружье выстрелить, — полностью изменила всю схему, которая могла бы продолжаться еще некоторое время, если бы не появление снежинки. Таким образом, мы видим, как присутствие конденсирующейся жидкости в нашей атмосфере придает происходящим движениям элемент насилия, а также резкости, доходящей до неисчислимости. Это означает, что наши знания о метеорологических явлениях никогда не могут быть математически полными, как наши знания о движении планет, поскольку существует элемент нестабильности и, следовательно, неисчислимости, в силу которого очень значительное изменение может произойти из-за очень незначительной причины ”.

Принимая во внимание неизбежные трудности, безусловно, похвально, что прогнозы Бюро погоды Соединенных Штатов сбываются в шести случаях из семи, что значительно повышает безопасность моряков, пассажиров на озерах и морях и способствует сохранению урожая, находящегося под угрозой уничтожения штормами.

ГЛАВА XXIII
УПРОЩЕНИЕ

Простота всегда желательна, за исключением тех случаев, когда она стоит слишком дорого . . . Выбор прямых путей вместо обходных . . . . Упущения могут быть выгодными . . . Классификация и сигнализация проще, чем когда-либо прежде.

Для решения простой задачи средства изобретателя должны быть как можно более простыми. Мистер Дж. Дж. Томас в своих “Сельскохозяйственных орудиях” говорит:—

Желательна простота сборки.

“После испытания множества орудий труда и машин мы возвращаемся к тем, которые имеют наиболее простую форму, при прочих равных условиях. Зазубрина использовалась с незапамятных времен, и вряд ли она выйдет из употребления в наши дни. Для простоты нет ничего превосходящего ее. Лопаты, мотыги, вилы аналогичны по своему характеру. Плуг, хотя и состоит из частей, становится единым целым, когда все они скреплены болтами и привинчены друг к другу. По этой причине, при своем умеренном весе, он перемещается по почве без особых трудностей — из-за своей клиновидной формы он отворачивается от препятствий, когда не может их устранить. Борона, хотя и состоит из множества частей,

представляет собой неподвижную прочную раму, которая перемещается по почве как единое целое. То же самое и с более простыми культиваторами. Сравните их с землеройной машиной Пратта, которая широко использовалась несколько лет назад, но закончилась неудачей. Он был остроумно сконструирован и хорошо изготовлен, и, будучи новым, без повреждений каждой детали, превосходно работал на некоторых почвах. Но он состоял из множества частей и весил почти полтонны. Эти два факта предопределили его гибель. Сложная машина такого веса, движущаяся со скоростью от трех до пяти футов в секунду, не могла ударить по большому камню без сильного сотрясения, и постоянные повторения таких ударов гнули и выводили из строя рабочие части. После некоторого использования эти погнутые части замедляли его работу; его приходилось часто останавливать, лошади сильно уставали, и в конце концов все машины были отброшены в сторону. Это единственный пример того, что всегда должно происходить при использовании тяжелой сложной техники, работающей на почве. Может показаться, что косилки и жатки являются исключениями. Но они работают не в почве или среди камней, а на мягких, слегка сопротивляющихся стеблях растений. Каждый фермер знает, что с ними происходит, когда неосторожные погонщики постоянно наталкивают их на препятствия".

Упрощение имеет пределы.

При обсуждении формы мы увидели, что простые формы, такие как палочки, вырезанные из цилиндрического дерева, не так прочны, как менее простые формы полых цилиндров. Мы обнаружили, что балка простого прямоугольного сечения не так хорошо выдерживает нагрузку, как балка, сечение которой напоминает букву I. Если на склоне горы будет построена горка для древесины, новичок предположит, что прямая наклонная плоскость обеспечит самый быстрый путь для спуска древесины. Это не так. Более быстрым является слайд, имеющий форму циклоиды, кривая которой прорисовывается карандашом, прикрепленным к ободу колеса, когда колесо катится по полу рядом со стеной, к которой прижимается карандаш.

Не все задачи просты, поэтому часто лучше всего сконструировать и использовать такой сложный станок, как токарно-револьверный станок или жаккардовый ткацкий станок. К чему бы изобретатель ни стремился в первую очередь, в последнюю очередь и постоянно, так это к Экономии; с этой целью он использует любые средства, которые послужат ему лучше всего, простые или нет. Профессор А. Б. У. Кеннеди, известный как преподаватель конструирования машин, говорит:—

"Простота не означает малочисленность частей. Рело давно показал, что в машинах в каждом случае существует практическое минимальное количество деталей, любое сокращение ниже которого сопровождается серьезными практическими недостатками. Реальная простота также не является несовместимой со значительной кажущейся сложностью. Поскольку назначение машин постоянно усложняется, простоту следует рассматривать не как абсолютную, а только в ее связи с конкретной целью. Существует множество очень сложных на вид устройств, которые работают настолько непосредственно вдоль каждой из своих основных ветвей, что на самом деле они просты. Обычно первая попытка выполнить новую задачу приводит к созданию очень сложной машины. Упростить машину можно только при самом тщательном изучении проблемы, при проникновении в саму ее суть. Если проблему можно решить только с помощью чрезвычайно сложного аппарата, возникает вопрос, стоит ли ее иметь. С простотой тесно связана прямота. Определенных преобразований избежать невозможно, но чем их меньше, тем лучше. В некоторых случаях они могут быть столь же незаменимы, как и злоупотребляющий услугами посредник в экономических вопросах. В первой машине, которая делает что-то

механически, до сих пор выполнявшееся вручную, ошибка часто заключается в попытке строго имитировать ручную работу. Я полагаю, что первая швейная машинка была сделана для того, чтобы вышивать так же, как швея. Только после того, как была изобретена форма стежка, подходящая для машины, хотя и непригодная для ручной работы, швейная машина добилась успеха. Первые железнодорожные вагоны были практически почтовыми каретами, запряженными в грузовики, из которых очень медленно развились нынешние вагоны".

Прямота.

Несколько лет назад было обычным присоединять насосы, динамо-машины и другие механизмы к их исполнительным двигателям с помощью шкивов и ремней. Сегодня в большинстве случаев соединение прямое; при этом экономится вся энергия, которая могла бы быть поглощена промежуточными колесами и кожей. В паровых турбинах один и тот же вал приводит в движение паровые лопасти и якорь электрического генератора. На лесопильных заводах современной конструкции очень длинный паровой цилиндр снабжен поршнем, прикрепленным непосредственно к пильной каретке. Тот же принцип обеспечивает высокую экономичность парового молота и забивной машины Nasmyth. Молотки, сверла, фрезы и другие инструменты, приводимые в движение сжатым воздухом, непосредственно прикреплены к штоку, удерживающему поршень. Аналогичным образом канализационная машина Сондерса, приводимая в действие паром, имеет резцы, прикрепленные к поршню, так что удар наносится без вмешательства коленчатого вала, рычага или пружины.

Direct - это также переплетная машина для журналов и дешевых книг, которая просто сшивает проволокой все вместе с обратной стороны, как если бы было много слоев ткани. С такой же легкостью мы изготавливаем обои, напечатанные непосредственно из дуба или клена, которые они должны представлять. Действительно, шпон сейчас настолько дешев и хорош, что его можно использовать вместо бумаги в качестве настенного покрытия. В области искусства мистер Хьюберт Херкомер совершил заметный подвиг в плане прямоты, обойдясь без камеры или каких-либопредварительных приемов офортиста - покусывания или раскачивания. Он рисует монохромно на медной пластине, как на панно или холсте, покрывает свою картину мелким бронзовым порошком для придания твердости поверхности, с которой затем снимает электротипию.

Высшим достижением прямоты стало изобретение машины, которая имеет отношение к искусству, науке и бизнесу, - фонографа. Сорок лет назад Фабер сконструировал говорящую машину из мехов, имитирующих легкие, с искусственным горлом, гортанью и губами, обеспечивающими странную и ошибочную имитацию голоса. Эдисон, предложивший звуковым волнам воздействовать непосредственно на пластиковый цилиндр, воспроизводит человеческие тона и другие звуки с гораздо лучшим эффектом. Фабер стремился скопировать метод озвучивания. Эдисон поставил перед собой задачу взять произведенные тона и заставить их запечатлеться на поверхности, с которой их можно было бы повторять по желанию.

Изобретения, за которые приходится платить Двойной долг.

Лампа, обычно используемая туристическими группами и вполне достойная более широкого применения, является одновременно источником тепла и света; пока она кипятит чайник, ее яркий свет падает на стол или книгу. Именно такое объединение двух функций можно найти в примитивной эскимосской лампе.

Многие производственные процессы, которые когда-то были отдельными, теперь объединены благодаря экономии времени и энергии. Паровые цилиндры для скручивания, глажения и поверхностной обработки бумаги обеспечивают разглаживание и сушку за одну операцию. Зеленый пиломатериал для изготовления мебели гнут и закаляют одновременно. Проволока закаляется по мере вытягивания. Сначала отражатели отличались от ламп; в превосходной форме лампы накаливания верхняя часть контейнера посеребрена, что в определенной степени повышает эффективность отражения, как показано на стр. 75.

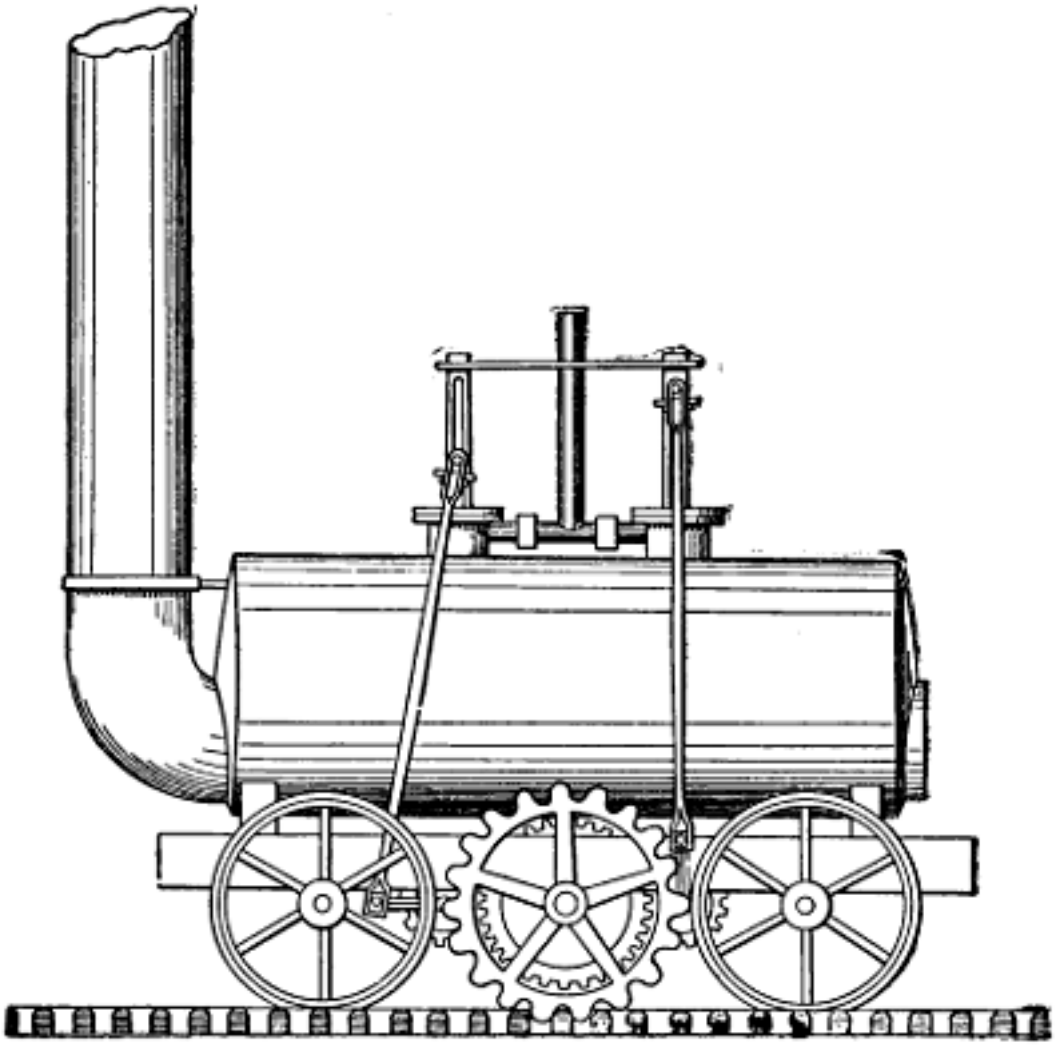
Определение содержания твердых веществ.

Иногда обходной путь лучше прямого; или, как говорят моряки: “Самый длинный обходной путь - это самый короткий путь туда”. Мы можем легко измерить содержание твердых частиц правильной или довольно правильной формы. Легко вычислить или оценить содержание камня, обтесанного каменщиком для формирования части стены, но определить объем необработанного валуна путем прямого измерения - слишком сложная задача, чтобы на нее стоило тратить время. Давайте тогда прибегнем к косвенному плану, восходящему к Архимеду: он напомнит нам о том, как процесс литья позволяет избежать тяжелого труда по раскалыванию или ковке металлической массы в желаемую форму. Мы берем сосуд правильной формы, предпочтительно цилиндрический, с соответствующей градуировкой, и частично наполняем его водой. При погружении в него любого твердого вещества, какой бы неправильной формы оно ни было, его содержимое сразу же будет определено по высоте, на которую поднимается вода в контейнере, при этом сравниваются уровни воды до и после погружения. Кстати, у нас здесь есть средство определения удельного веса. Взвесьте это тело до и во время погружения; сравнение двух величин покажет удельный вес тела, то есть его плотность по сравнению с плотностью воды. Например, масса железа, которая на воздухе весит 7,75 фунта, в воде будет весить 6,75 фунта, так что удельный вес железа равен 7,75, а разница между двумя весами равна единице.

Иногда мы хотим знать твердое содержимое тела, которое не выдержит погружения в воду; например, массу смолы. В таком случае мы погружаем тело в мерный сосуд, наполненный мелким сухим песком, тщательно просеянным без пустот. Как до, так и после погружения песок доводится до тщательно отмеченного уровня. Разница между этими уровнями, измеренная в градуировках контейнера, дает твердое содержимое погруженного тела.

Измерение рефракции.

Степень, в которой кристалл или определенный вид стекла изгибает луч света, обычно измеряется путем придания кристаллу или стеклу формы призмы, через которую проходят лучи. Иногда кристалл настолько мал и неправильной формы, что этот метод неосуществим. Тогда спрашивающий прибегает к косвенному плану. Он погружает кристалл в жидкости, которые перемешивает до тех пор, пока кристалл не исчезнет, перестав излучать свет иначе, чем окружающая ванна. Затем он наполняет этой жидкостью полую стеклянную призму и, отмечая ее преломление, узнает преломление погруженного кристалла.



Локомотив Бленкинсопа, 1811 год.
Шахта Миддлтон, близ Лидса, Англия.

Исключение ненужных элементов.

Свежий взгляд, за которым стоит острый ум, часто обнаруживает напрасную работу в процессе, давно санкционированном традицией. В 1891 году на медном руднике Тамарак в Северном Мичигане потребовалось несколько новых дробилок для руды. Среди инженеров, которые стремились создать эти машины, был мистер Эдвин Рейнольдс из Милуоки, чьи усовершенствования двигателя Корлисса сделали его знаменитым. Чтобы впервые в жизни увидеть рудодробилки в работе, он посетил рудник Тамарак. Он заметил, что марки были построены на огромном основании из дорогостоящих досок и резиновых листов, которые, как предполагалось, были необходимы для эффективности. Его глаз, не искривленный пагубной фамильярностью, категорически осудил этот эластичный фундамент. Он сразу же предложил отказаться от древесины и резины и установить новые дробилки прямо на огромном блоке цельного железа. Эта ересь весьма потрясла директоров компании "Тамарак"; они два года выступали против плана мистера Рейнольдса. Затем, с глубокими опасениями, они позволили ему установить штамп по предложенному им дешевому и простому образцу, установив железную кровать таким образом, что в случае ее ожидаемого выхода из строя работа была бы отложена не более чем на два дня. Вверх пошел штамповать Рейнольдса, и оттуда хлынула шестьдесят процентов. более дробленой руды, чем от предыдущей машине с помощью той же мощности. Мгновение за мгновением его энергия

полностью расходовалась на дробление породы, а не на бесполезное сжатие огромного упругого слоя.

Задолго до того, как появилось какое-либо месторождение Тамарака, изобретатели утруждали себя созданием трудностей, столь же воображаемых, как те, с которыми при огромных затратах справлялась древесина, лежащая в основе старых рудных штампов. В 1825 году строители локомотивов в Истоне, Англия, снабдили свои моторные колеса зубьями, которые превращались в стойки с соответствующими выступами. Они боялись, что гладкое колесо на гладкой колее будет скользить без движения вперед. От ненужного оборудования отказались, когда было обнаружено, что при мощном двигателе гладкое колесо имеет достаточное сцепление с таким же гладким рельсом, как и оно само. Зубчатые колеса и рейки в настоящее время используются только на железных дорогах Маунт-Вашингтон и других крутых склонах. Как говорил Джеймс Уотт Уильяму Мердоку, своему доверенному помощнику: “Это великая вещь - знать, без чего можно обойтись. У нас должна быть книга с *помарками*— то, что нужно вычеркнуть”.

Принтеры отказываются от бесполезной работы.

Своей дешевизной ежедневные газеты отчасти обязаны упущению, которое поначалу казалось достаточно смелым. В течение многих лет печатную бумагу, производимую в непрерывных рулонах длиной не менее мили каждый, разрезали на листы и один за другим подавали в пресс. Это был большой шаг в экономии, когда принтер оставил рулон в покое и позволил автоматическому прессу самостоятельно разматывать бумагу, отрезая лист только после печати.

Электроэнергия используется в том виде, в каком она произведена.

Параллельный пример приведен в книге "Двойное искусство телеграфии". Сначала считалось, что для цепи необходимы два провода. Штайнхайль показал, что достаточно одного провода, если его клеммы припаяны к пластинам, закопанным в землю. Таким образом, одним махом поставив землю на службу электрической связи, он наполовину снизил стоимость телеграфных линий. В другой области электрик напрасно доставил себе много хлопот. Поскольку первоначально он протекал от вольтовых батарей, электрический ток всегда имел одно направление; это был, если воспользоваться привычным выражением, постоянный ток. Но когда Фарадей изобрел первую динамо-машину и производил электричество за счет механического движения, а не за счет более дорогостоящей химической энергии, ток был не прямым, а переменным; то есть его импульсы в одно мгновение поступали от положительного полюса, в следующее мгновение - от отрицательного. Изобретатели приложили немало усилий, чтобы разработать устройство для преобразования этих переменных импульсов в постоянный ток, подобный тому, который вырабатывает вольтова батарея. Сегодня переменный ток для многих важных целей, включая транспортировку, используется сразу после того, как он выходит из динамо-машины. Такой ток обычно имеет сравнительно высокое напряжение, при котором передача намного экономичнее, чем при низком напряжении, когда маленькие проводники служат вместо больших. Это преимущество во многих случаях с лихвой компенсирует потери, связанные с изменением магнитного поля при каждом чередовании; потери, но небольшие, при правильном выборе железа для электромагнитов.

Короткие пути в инженерном деле.

Порода может быть настолько твердой, что выдержит сверло из самой твердой стали; тогда инженер наливает кислоту необходимой растворяющей способности. Водопроводная труба может замерзнуть в труднодоступном месте; ее размораживает тепло, создаваемое электрическим током. Геодезист должен уменьшить до квадратных футов неровную площадь заводской площадки или садового участка; по краю своей схемы он проводит планиметром, который автоматически сообщает ему, какую поверхность он окружил в ходе своего обхода. Если у него нет планиметра, тонкие весы сослужат ему хорошую службу. Пусть он возьмет лист бумаги одинаковой толщины и разрежет его по форме соответствующего участка. Тщательно взвешивая диаграмму, он изучает ее поверхность, потому что знает вес каждого квадратного дюйма или фута бумаги. Насосы веками испытывали остроумие изобретателей, которые изобрели колеса, винты, поршни и черпаки всех мыслимых форм. М. Гиффард смело отказался от всех движущихся частей, и его инжектор, приводимый в действие непосредственно струей пара, обеспечил отличное средство подачи воды в котел.

Поколение назад выдающиеся инженеры пытались передавать энергию различными способами. Канаты и проволочные тросы были проложены на значительных расстояниях в Германии и Швейцарии; во Франции был проложен обширный трубопровод для подачи сжатого воздуха, который до сих пор используется в столице; а вода под высоким давлением в некоторой степени используется и сегодня в Лондоне. Все эти схемы, вместе со старыми методами передачи движения от двигателя к станку с помощью ремня или цепи в самом цехе, были стерты с лица земли инженером-электриком. С помощью тончайшего провода он разносит на многие мили по тонкому проводу ток, энергия которого принимает любую форму, какую нам заблагорассудится, — не только механическое движение, но и химическое воздействие, свет или тепло. Может ли упрощение зайти дальше этого, или будущее преподнесет нам еще один золотой подарок?

Живопись методом погружения.

Переплетчики, жатки и косилки имеют неровные поверхности, которые было бы дорого красить вручную. Даже использование малярной машины, работающей на сжатом воздухе, обойдется несколько дороже. В покрасочном цехе фабрики не используются ни кисти, ни форсунки. Большой пол оборудован рядом резервуаров: над головой проходят линии подвесной железной дороги. Резервуары заполняются краской, изделия, подлежащие обработке, подаются по направляющим, автоматически опускаются для их промывки, а затем уносятся для стекания и сушки. Таким образом, большая и сложная сельскохозяйственная машина может быть окрашена за несколько секунд. При использовании глубоких резервуаров этот метод позволил бы очень тщательно выдавить масло, лак или краску в поры древесины.

Взбивание воздуха в телескопической трубе.

Астрономы сильно страдают от неточности изображений, получаемых в их телескопы, из-за возмущений в атмосфере, характерных даже для ясной погоды. Поэтому в последние годы обсерватории были созданы в Арекипе, Перу, и на других станциях, где атмосфера спокойная и мало нарушается течениями. В ходе исследования профессор С. П. Лэнгли из Вашингтона обнаружил, что значительная часть искажений телескопических изображений возникает из-за токов внутри самой телескопической трубы. В качестве средства правовой защиты он принял героическую, но простую меру тщательного перемешивания воздуха в трубке с помощью воздуходувки или другого подходящего средства. Его воздух, таким

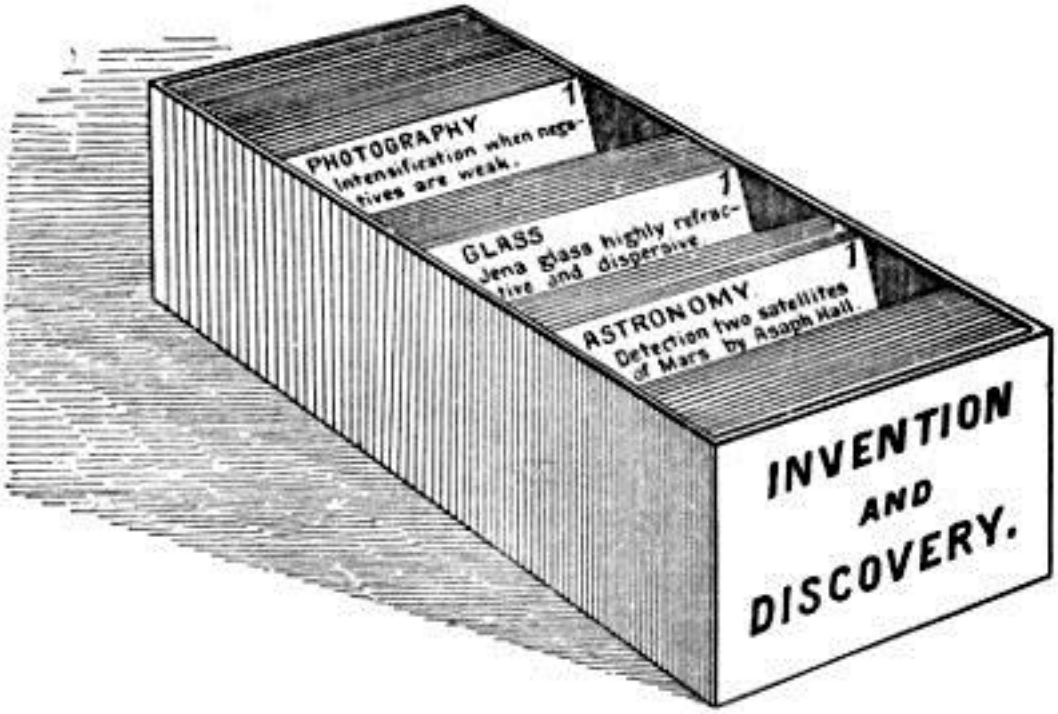
образом доведенный до однородного состояния, давал изображения гораздо более четкие, чем те, которые получаются обычно. Особенно убедительными в этом отношении являются заглавные фотографии искусственных двойных звезд, лучи которых были полностью заключены в горизонтальную трубу, в которой они перемещались взад и вперед через толщу не менее 140 футов взбаламученного воздуха. Эти снимки показали, что возмущение внутри самой трубки, по-видимому, полностью устранялось устройством энергичного перемешивания воздушного столба.

Это напоминает способ перевозки пианино в вагонах-рефрижераторах. Инструменты тщательно доводятся до температуры в вагоне, которая поддерживается на уровне около нуля по Цельсию. Когда пианино прибывают к месту назначения, они медленно прогреваются до температуры обычного воздуха. Независимо от того, как долго им было холодно, они не страдают от вреда, потому что не холод или умеренное повышение температуры наносит столько вреда, сколько неприятные колебания от одного к другому.

Незакрепленные карточки заменяют книги.

Когда человек посещает публичную библиотеку, название конкретной книги мгновенно оказывается в каталоге. Название каждой приобретенной книги написано на карточке, и тысячи таких карточек расположены в алфавитном порядке, точно так же, как слова в словаре. Примерно тысяча карточек начинаются на “A" и помещаются в ящик с надписью “A”, который стоит первым в футляре, и так же обстоят дела с остальными. В каждом ящике всегда найдется свободное место, так что, когда придет открытка к новой книге, для нее найдется место. Это была счастливая мысль голландского изобретателя, когда он таким образом создал указатель, который всегда может быть составлен в алфавитном порядке, легко дополняться или вычитаться из него просто потому, что его листы представляют собой простые карточки с опущенной привязкой к общему указателю. В публичных библиотеках каталожные карточки стандартных размеров, как и ящики, в которых они расположены. Фактически, библиотечная мебель всех видов сегодня полностью стандартизирована по своим стилям и размерам, что позволяет легко оснастить или расширить библиотеку, как государственную, так и частную.

Использование карточек или бланков для аналогичных целей перешло из библиотеки в офис, кабинет, на стол экономки. Продавцы сохраняют имена своих клиентов в этом плане, чтобы время от времени отправлять им прайс-листы. Вкладчики в банках, держатели страховых полисов в страховых компаниях, арендаторы недвижимости в городах, члены клубов - все они регистрируются таким простым и доступным способом. Некоторые крупные производственные дома получают миллион писем за год; адаптация картотеки позволяет получить доступ к любому письму максимум за полминуты. Масштабы, которые неуклонно растут, по тому же плану вытесняются старомодными бухгалтерскими книгами из наших офисов; вместо них мы теперь используем серию подвижных листов, которые удаляются при заполнении, уступая место новым листам в непрерывном цикле.

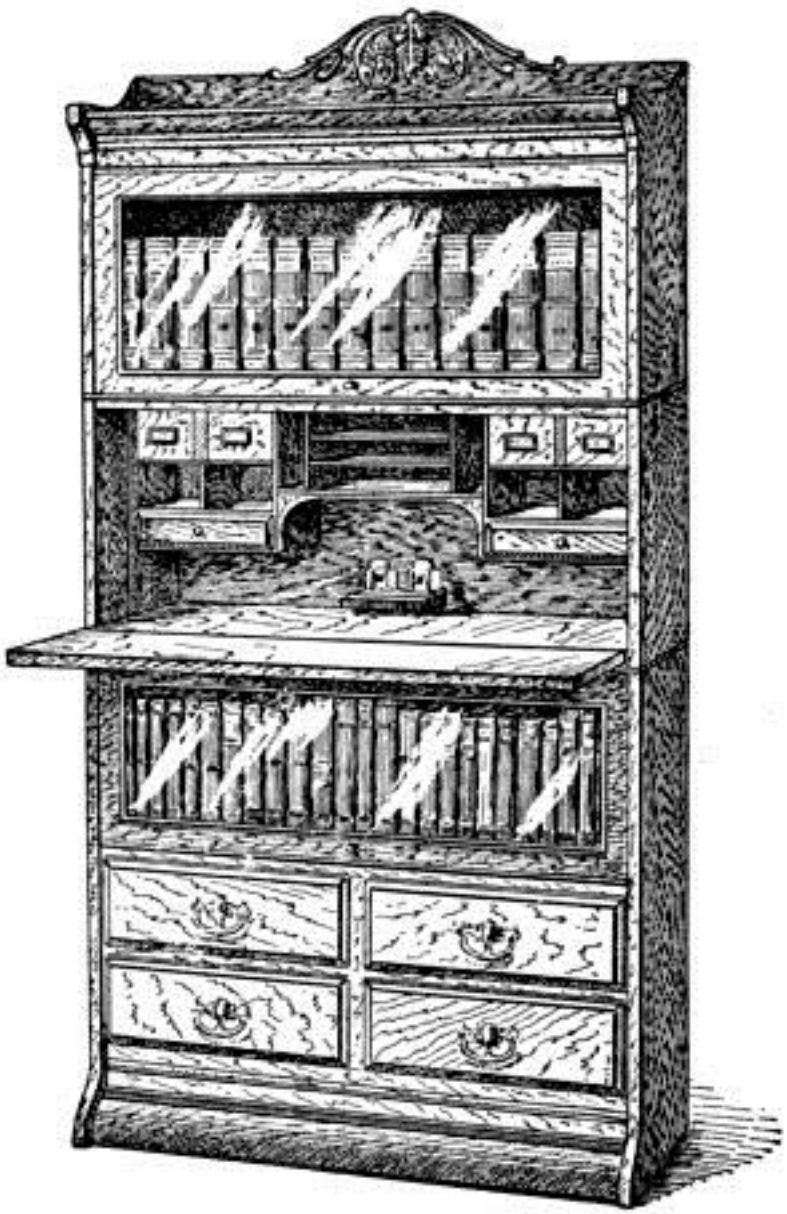


Заметки на незакрепленных карточках в алфавитном порядке.

Многие читатели делают заметки по ходу работы. Если они написаны в книгах, то вскоре их становится так много, они настолько разнообразны по тематике, что требуют трудоемкого индексирования. Лучше делать заметки в форме, которая будет индексироваться сама по себе. Листки хорошей бумаги можно купить по низкой цене, и, как показано на прилагаемой иллюстрации, могут использоваться “Астрономия”, ”Стекло", "Фотография" или другие заголовки. Все бланки под заданную головку пронумерованы последовательно. Хранящиеся на краю в неглубокой коробке или лотке, они имеют функцию самоиндексации, и новый бланк сразу занимает свое место. Из-за своей компактности этот вид ведения записей отдает предпочтение аббревиатурам, которые напрашиваются сами собой в специальном исследовании.

Системы единиц измерения.

Карточная система, используемая в качестве каталога или для ведения счетов, состоит из простых единиц измерения, которые могут быть добавлены или вычтены из них с предельной легкостью. С ними можно манипулировать так же легко, как с одинаковыми кирпичиками, из которых ребенок строит дом, коробку или колокольню. Этот принцип несколько лет назад был распространен на книжные шкафы, каждый высотой около фута и длиной около тридцати трех дюймов; хотя каждый из них составлял единицу сам по себе, его можно было комбинировать с другими подобными единицами для создания библиотеки. Этот план был принят для офисной мебели всех видов — шкафов, в которые можно складывать бумаги или которые разделены на ячейки для бланков и тому подобного. В некоторых красивых конструкциях блок раскладывается как небольшой письменный стол, в то время как соседние блоки содержат выдвижные ящики различных размеров. Каждое устройство имеет настолько умеренные размеры, что его легко переносить; дюжину, десяток, сотню штук можно соединить вместе, чтобы оборудовать гостиную или кассовый кабинет в банке.



Секционный книжныйшкаф, письменный стол и выдвижные ящики.

Нумерация как изобразительное искусство.

Когда американец впервые посещает Лондон, он может совершить ошибку, которая его сильно разозлит. Предположим, что ему нужно позвонить по адресу 457 Strand. Он начинает с номера 1 на этой магистрали и проходит значительное расстояние, когда, к своему ужасу, замечает, что номера, которые он проезжает справа, строго последовательны: -100, 101, 102 и так далее. Усталый путь приводит его к 457-му дому напротив дома номер 1, откуда он стартовал. То, что нечетные числа должны быть на одной стороне улицы, а четные - на другой, не приходило в голову отцам города Лондона столетия назад. В этом отношении шаг вперед был сделан в Филадельфии, где улицы, параллельные реке Делавэр, являются Первыми, Вторыми и так далее, в то время как каждый дом на улицах, пересекающих их от реки в западном направлении, пронумерован таким образом, чтобы можно было отличить, между какими улицами он стоит. Таким образом, когда мы идем по Честнат-стрит, первая дверь над Девятой улицей справа - 901, хотя следующий дом под ней, через Девятую улицу, - 839; и так далее по всем параллельным улицам. Если бы магистрали Филадельфии, идущие

под прямым углом к реке Делавэр, были обозначены как проспекты и последовательно пронумерованы, система действительно избавила бы от проблем.

В Нью-Йорке поперечные улицы, идущие к востоку или западу от Пятой авеню, называются восточными или западными. При пересечении каждой авеню в восточном или западном направлении цифры подскакивают до следующей целой сотни, как в Филадельфии. Здание на юго-западном углу Третьей авеню и Восточной 23-й улицы имеет номер 162; здание на восточном углу, напротив, имеет номер 200. Таким образом, на перекрестных улицах номер дома говорит нам, между какими проспектами он будет находиться.

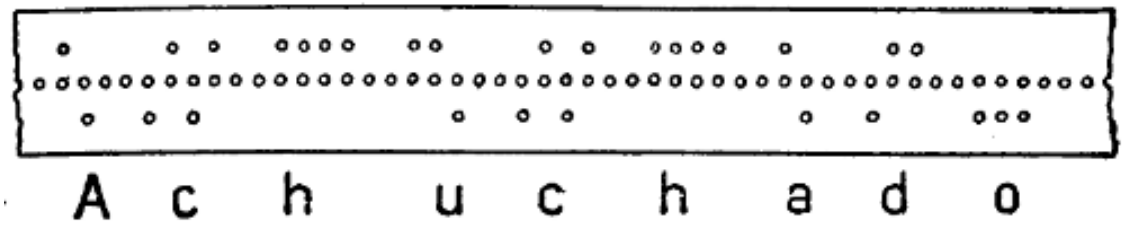
В гостиницах и офисных зданиях по всей Америке нумерация очень помогает исследователю. Комната 512, например, находится на пятом этаже; непосредственно под ней находится 412 на четвертом этаже; непосредственно над ней находится 612 на шестом этаже, первая цифра всегда обозначает этаж.

Классификация книг.

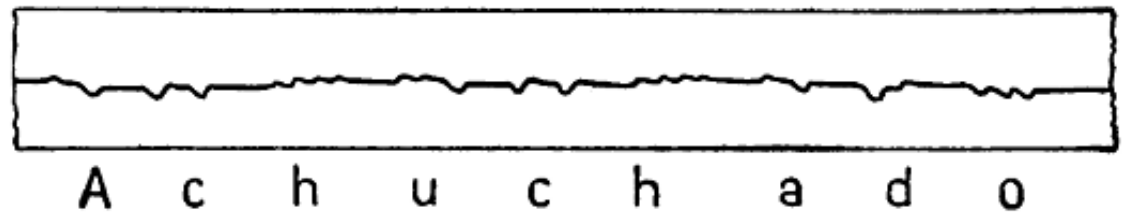
Использование цифр с большой буквы для передачи информации придумал Мелвил Дьюи, бывший библиотекарь штата Нью-Йорк в Олбани. Он делит литературу на десять больших разделов, присваивая каждому из них одно из десяти числительных. История на этой схеме представлена цифрой 9 как первой цифрой в номере книги; вторая цифра относится к географическому подразделению, к которому относится работа, таким образом, 7 означает Северную Америку; третья цифра обозначает политическое деление, рассматриваемое в книге, 1 представляет Британскую империю. Таким образом, работа по истории Канады будет иметь в качестве своего номера 971.

Прогресс в научной передаче сигналов.

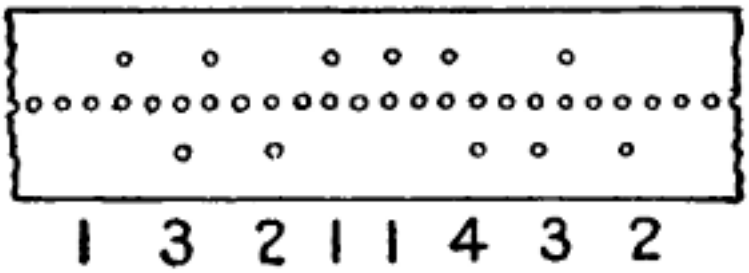
Все знают, как экономит деньги знакомый код ocean cables, с помощью которого “befogged” расшифровывается как “Будет ли размещено объявление о продаже недвижимости?”, что снижает стоимость проезда на шесть слов. Большинство терминов в коде - это не словарные слова, а такие сочетания букв, как “картуриен” и “бранкстроп”. Новый код, разработанный мистером Чарльзом Г. Берком из Нью-Йорка, основан на использовании четырех цифр: 1, 2, 3, 4, которые он передает по кабелю наименьшим количеством возможных сигналов: 1 - точка; 2 тире, 3 - точка-тире; 4 - точка-тире. Вот как они выглядят при получении на бумаге по сравнению с обычными сообщениями:—



Настоящий код. Автоматическая передающая лента.

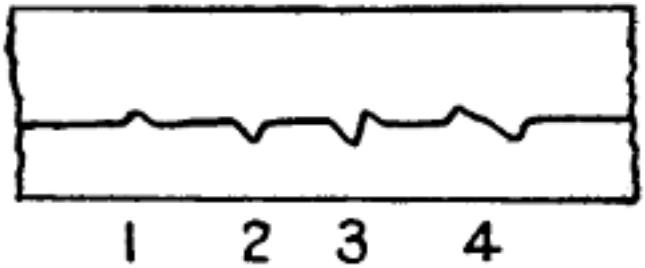


Сигналы, поступающие сверху, прерываются.

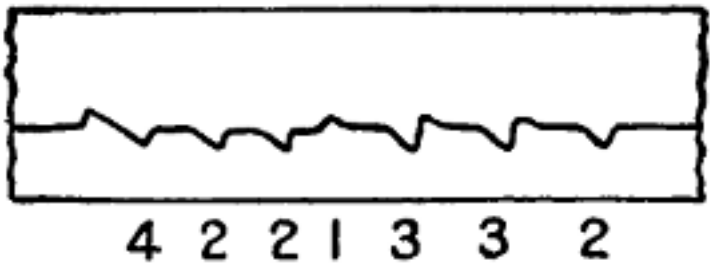


Код Берка. Полоса для передачи данных.

Сигналы, поступающие сверху, прерываются.



Числа Берка, образующие перестановки.

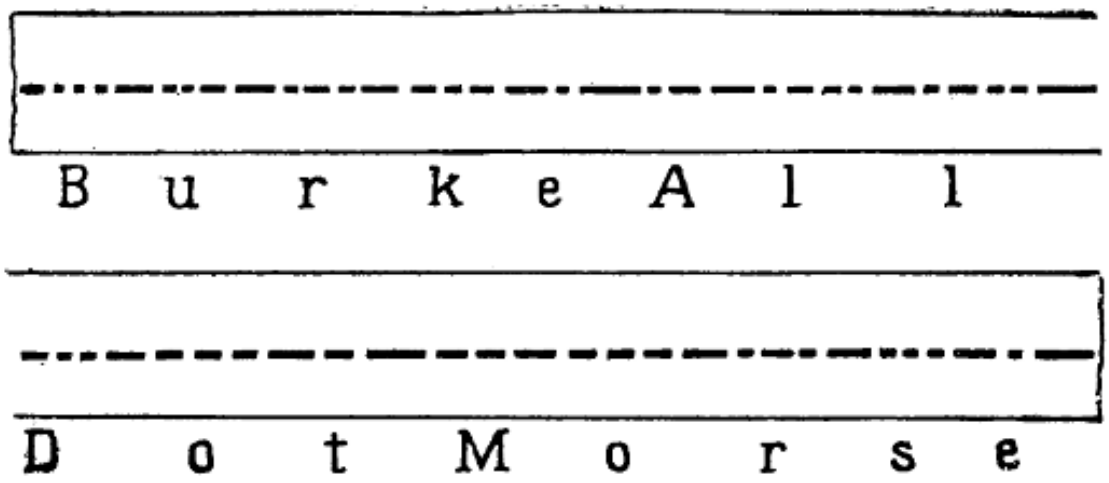


Комбинация Берка из 8.

Реальной единицей стоимости является отдельный сигнал со временем, затраченным на его передачу. Используемые в настоящее время коды используют слова, для обозначения букв которых требуется более чем в два раза больше времени, чем требуется системе Берка. Таким образом, 4221332 в переводе мистера Берка означает “Посоветовать кредитору доказать требование и принять дивиденды”, для чего достаточно всего десяти сигналов. В кодах, которые сейчас доступны широкой публике, среднее слово из семи букв содержало бы двадцать три сигнала. Насколько велико разнообразие предложений, возможное при использовании нового метода? Если цифры используются в перестановках из семи цифр, например 1342423, код Берка будет содержать 16384 предложения; в перестановках из восьми цифр - вчетверо, а в перестановках из девяти цифр - в шестнадцать раз больше, или 262 144 предложения, разнообразие гораздо более обширное, чем в любой другой системе.

Мистер Берк обнаружил, что среднее кодовое сообщение состоит из 8 букв в слове, для передачи каждого слова требуется около 25 электрических импульсов; средняя перестановка в его системе требует не более 10 импульсов.

Мистер Берк также изобрел отличный способ упрощения телеграфных сигналов всех видов. Сообщение, написанное обычной азбукой Морзе, состоит из точек, тире и пробелов, каждый из которых создается нажатием клавиши в течение короткого, длительного или более длительного периода времени. Мистер Берк прерывает ток ключом исключительно с точечными интервалами; периоды, в течение которых ток не прерывается, в зависимости от их продолжительности являются сигналами с точками, тире или пробелами:-



Континентальная азбука Морзе.

ГЛАВА XXIV
ТЕОРИИ, КАК ОНИ БЫЛИ ДОСТИГНУТЫ И ИСПОЛЬЗОВАНЫ

Обоснованное предположение . . . Сила плетения . . . Необходимо воображение . . . Процесс доказательства . . . Теория выгодно направляет как наблюдение, так и эксперимент . . . Взгляды профессора Тиндалла . . . Дискурсивность, проиллюстрированная на примере Томаса Янга.

Теории как мысли искателя.

Еще в те времена, когда у первого человека в голове были мозги, ему очень хотелось знать, почему светит солнце, мерцают звезды, дуют ветры, почему урожаи здесь были обильными, а там - скудными. Все бремя колдовства, фетишизма, верований в вуду является жалким доказательством этого человеческого стремления к объяснению. В конце концов, что такое суеверия, как не преждевременные объяснения, которые затягивают свое время? Когда люди мысли получают представление о действительно верной интерпретации, они стремятся продлить это представление до тех пор, пока оно не превратится в исследование, надлежащие тесты которого подтвердят и подкрепят хорошо обоснованные ожидания. Этот процесс исследования напоминает нам о том, что происходило давным-давно, когда архитектор беспрецедентной смелости впервые представил себе купол для храма и воплотил свою мечту в жизнь. Он начал с возведения единственной арки, довольно прочной, но едва ли достаточно прочной; вторая арка поднялась навстречу первой на их общем гребне;

теперь, благодаря взаимной поддержке, обе арки обладали устойчивостью, которую ни одна из них не могла продемонстрировать в одиночку; наконец, когда стена прошла полный круг, ее прочность значительно превысила прочность любой части по отдельности. Вызывавшая всеобщее восхищение арка действительно стала не более чем элементом, который нужно было соединить с другими арками, чтобы создать единицу на порядок более высокую.

На протяжении веков люди, изучавшие природу, считали, что она мало изменилась с тех пор, как вышла из рук своего Создателя. Бесконечным стимулом было осознание того, что это драма, а не живая картина, которая разворачивается перед глазами. Быстро и с несравненными инструкциями было прослежено, как каждый актер в этой драме формировался в соответствии с той ролью, которую он сыграл в поддержании себя на сцене жизни. Каждый соперник, паразит или враг, каждый климатический стресс изучался с точки зрения его влияния на пищу или организм, в то время как постоянно угрожающей гибелью за безответственность было вымирание, постигшее бесчисленные формы, некогда владевшие землей. Ни оттенка чешуи или перьев, ни шипа или бивня, ни изгиба клюва или ноты песни, которые не служили бы какой-то цели в сюжете или продвигали действие в каком-то смертельном конфликте. Когда Дарвин сталкивался у растения или животного с органом или привычкой, которые его озадачивали, он обычно спрашивал, какую пользу это могло принести? И редко этот вопрос задавался напрасно. Он придавал большое значение директивной ценности хорошо продуманной теории. Он говорит нам: “Я твердо верю, что без спекуляций не может быть хорошего и оригинального наблюдения”. В письме он замечает: “Я давно и твердо убежден, что натуралисты, которые накапливают факты и делают множество частичных обобщений, являются *настоящими* благодетелями науки. Тех, кто просто накапливает факты, я не очень уважаю”.

Переход от фактов к объяснениям в значительной степени обусловлен современными средствами защиты глаз и рук. Людям, которые знали только то, что прямое зрение могло сказать им за одну жизнь, было вполне естественно повторять: “Что было, то и будет; и что делалось, то и будет делаться; и нет ничего нового под солнцем”. Но мы сегодня находимся в другом положении. Астроном, соединяющий камеру с телескопом, увеличивает диаметр известной Вселенной в тысячу раз; он открывает систему за системой на этапах жизни, подобных тем, через которые прошло наше солнце и сопутствующие ему орбиты в столь отдаленные эпохи, что их невозможно вычислить. И в настоящее время изучаются многие типы туманностей и звезд, которые никогда даже не представлялись, пока они не проявились на фотопластинке. Тем временем геолог, исследующий плотно спаянные ребра нашего земного шара, сравнивающий современных птиц, зверей и людей с их древнейшими известными предками, полагает, что земля была ареной жизни на протяжении миллиона веков или более. Восстанавливая один акт за другим в этой великой космической драме, мы можем предсказать те, которые могут появиться в следующий раз. Поскольку вся схема вещей от центра до края пульсирует в одном эфирном океане, каждый действующий субъект взаимодействует друг с другом, так что размах событий раскрывает единство тем более тесное, чем тщательнее оно изучается. В этот час физики и химики, во главе со своим новым слугой электричеством, собирают доказательства того, что то, что долгое время называлось "элементами”, вероятно, представляет собой единое вещество, составленное по-разному, движущееся с бесконечно разнообразными скоростями и траекториями, в малейших деталях повторяющее могучие колебания солнц и планет. На протяжении всех этих исследований постоянным стимулом является мысль о том, что здесь могут быть прослежены такие процессы развития, которые были выявлены в любой другой области природы. Эволюция от периферии к центру - главный ключ к пониманию каждого увлеченного исследователя.

Современные взгляды на материю.

Таким образом, органическая природа для современного интерпретатора жива насквозь. С его точки зрения, атом и молекула также живы в подчиненной, элементарной степени. Действительно, думает он, именно их жизнь, переносимая в воздухе, воде и пище, у растений или животных поднимается на новые уровни достоинства. Он заново смотрит на разбитый кристалл квасцов, который самовосстанавливается в растворе, и видит там устранение воображаемой преграды, которая долгое время отделяла органическую природу от неорганической. (См. иллюстрацию, стр. 194.) Сэр Исаак Ньютон проницательно предположил, что алмаз горюч; он не подозревал, что это углерод, но знал, что он обладает высокой способностью к преломлению, как и многие горючие тела. Его гипотеза показывает, что он делает первый шаг к общепринятому взгляду на то, что свойства, способы поведения материи, не являются пассивными качествами, а обусловлены реальной деятельностью; что то, что представляет собой субстанция, зависит от того, как движутся ее конечные части. Клаузиус и Максвелл в "теории, знаменующей новую эру" объяснили эластичность газов, проявляющуюся в непрерывном движении их молекул, заявив, что унция воздуха внутри хрупкого сосуда способна выдержать давление окружающей атмосферы, потому что воздух, хотя и весит всего унцию, ударяется о сосуд с силой, достаточной, чтобы уравновесить внешнее давление. Доказательством чему служит измерение скорости воздуха, когда он устремляется в вакуум. Важным моментом здесь является то, что, покидая область массовой механики, где налог на трение неумолим, мы вступаем в сферу, где самое быстрое движение может продолжаться вечно, не платя трению ни малейшего сбора.

Объяснена эластичность.

Упругость твердых тел объясняется по тому же принципу. Если мы быстро повернем гироскопическое колесо, мы сможем изменить плоскость его вращения только усилием, которое окупится, когда металлу будет позволено вернуться к своей первоначальной плоскости движения. Предполагается, что подобным образом частицы в упругой пружине быстро движутся в определенной плоскости; при отклонении от нее они встречают сопротивление и готовы проделать работу по возвращению в нее. Близким к кинетической теории упругости является объяснение тепла как отдельного и непрерывного молекулярного движения, от которого зависят размеры масс. Мне долгое время казалось, что каждый случай “потенциальной” энергии, как у согнутой или свернутой пружины, может подобным же образом воплощать реальное, хотя и неосязаемое и невидимое движение. Я изложил эту точку зрения в журнале Popular Science Monthly за декабрь 1876 года.

Само строение материи теперь относят к весьма разнообразным движениям простейшей из возможных субстанций. Гельмгольц, лорд Кельвин и профессор Клерк Максвелл представляли молекулы свинца, железа или другого элемента в виде вихрей, рожденных эфиром, в которых они вечно вращаются без сопротивления. Как мы видим в случае быстро вращающейся цепи, существенная жесткость обеспечивается достаточно быстрым движением. Молекулы также не лишены некоторой индивидуальности. Мы привыкли думать о массах твердого железа как о совершенно одинаковых по качеству, но опыт показывает нам, что один слиток железа может отличаться от другого всем, что повлияло на историю их производства. Аккуратный мастер использует стальную матрицу лишь на короткое время, прежде чем вернуть ее отжигателю, будучи полностью уверенным в том, что металл, несмотря на кажущуюся целостность, при каждом ударе испытывал сильное внутреннее напряжение, которое, если не соблюдать осторожность, вскоре проявилось бы в переломе

матрицы или разрушении изделия. Факты такого рода, с которыми каждый день сталкиваются механики и проектировщики, являются пророчеством о чувствительности и памяти, которые зарождаются вместе с жизнью.

Догадки и доказательства.

Теория, полезная для наблюдателя или экспериментатора, во многих случаях, в конце концов, возникает в результате долгих догадок. Теоретик наполняет свой разум фактами, размышляет над ними, пытается их объяснить, но является ли его теория истинной или ложной, должно решаться исключительно с помощью доказательств. Этот момент был четко сформулирован доктором Пай-Смитом из Лондона в его харвейской речи 1893 года: “Как справедливо заметил Пейли, обнаруживает только тот, кто доказывает. Натыкаться на верную догадку тут и там, среди толпы лживых, и снова оставлять ее, не оценив ее важности, - это признак не интеллекта, а легкомыслия. Нам говорят, что из семи греческих мудрецов один (я полагаю, это был Фалес) учил, что не солнце вращается вокруг земли, а земля вокруг солнца. Следовательно, было сказано, что Фалес предвосхитил Коперника — вопиющий пример ошибочности, о которой идет речь. Толпа праздных философов, которые долгими летними днями и ночами просиживали в Аттике, обсуждая все происходящее на небе и земле, должно быть, иногда приходила к истинному мнению, хотя бы случайно, но Фалес или тот, кто выдвигал гелиоцентрическую догму, не имел оснований для своей веры и показал себя не более, а менее разумным, чем его товарищи. Грубые теории и вопиющая нелепость френологии ни в малейшей степени не оправдываются современными знаниями о локализации головного мозга; равно как и беспочвенные спекуляции Ламарка и Эразма Дарвина не дают им права считаться предшественниками Чарльза Дарвина. Вплоть до 1859 года беспристрастные и компетентные люди были вынуждены не верить в эволюцию. После этой даты или, по крайней мере, как только факты и аргументы Дарвина и Уоллеса были опубликованы, они в равной степени были вынуждены поверить в это. Он обнаруживает, кто доказывает, и с помощью этого теста Харви является единственным и абсолютным первооткрывателем движений сердца и крови ”.

Факультет вязания.

Открытие - это награда за усердие, подобное усердию Харви, но не только за усердие в одиночку. Профессор Уильям Джеймс в своей книге “Психология" замечает: "Исследователь начинает с факта, причину которого он видит, или с теории, доказательство которой он видит. В любом случае он продолжает непрерывно прокручивать этот вопрос в уме, пока при возбуждении партнера за партнером не возникнет какой-нибудь привычный, похожий на него, который он признает соответствующим своей потребности. Однако на это могут уйти годы. Нельзя дать никаких правил, следуя которым исследователь мог бы сразу перейти к своему результату; но как здесь, так и в случае с воспоминаниями накопление подсказок на пути ассоциаций может продвигаться быстрее при использовании определенных методов. Стремясь вспомнить мысль, например, мы можем с определенной целью пробежаться по последовательным классам обстоятельств, с которыми она, возможно, была связана, надеясь, что, когда подвернется подходящий представитель класса, это поможет оживлению мысли . . . . В научных исследованиях это накопление ассоциатов было охарактеризовано Миллем как ‘четыре метода экспериментального исследования’. Используя метод Согласия, Различий, Остатков и сопутствующих вариаций, мы составляем определенные списки случаев, и, прокручивая эти списки в уме, с большей вероятностью обнаружится причина, которую мы ищем. Но последний штрих открытия ими только

подготовлен, а не осуществлен. Мозговые пути должны, наконец, сами по себе сработать в нужном направлении, иначе мы так и будем блуждать ощупью в темноте ”.

Обнаружение Сходства за разнообразием.

Среди талантов первооткрывателя, возможно, главным является умение обнаруживать сходство в явлениях, которые при случайном наблюдении непохожи. Ярким примером этого является доказательство Франклином того, что молния и обычное электричество трения - это одно и то же. Профессор Александр Бэйн в книге “Чувства и интеллект” так описывает этот талант: “Когда размышляющему разуму впервые пришло в голову, что движущаяся вода обладает свойством, идентичным человеческой или грубой силе, а именно свойством приводить в движение другие массы, преодолевая сопротивление и инерцию, — когда вид потока наводил на мысль об этом сходстве с силой животного, - к классу первичных движителей было добавлено новое дополнение, и, когда позволяли обстоятельства, эта сила могла заменять остальные. Современному пониманию, знакомому с водяными колесами и дрейфующими плотами, может показаться, что сходство здесь было чрезвычайно очевидным. Но если мы перенесем себя в раннее состояние ума, когда текущая вода воздействовала на разум своим блеском, ревом и нерегулярным опустошением, мы можем легко предположить, что отождествление этого явления с мускульной энергией животного ни в коем случае не было очевидным эффектом. Несомненно, когда бы возник разум, нечувствительный по естественному строению к поверхностным аспектам вещей и обладающий при этом большим объемом идентифицирующего интеллекта, такое сравнение стало бы возможным. Мы можем продолжить тот же пример на один этап дальше и прийти к открытию энергии пара или отождествлению расширяющегося пара с ранее известными источниками механической силы. Обычному глазу на протяжении веков пар представлялся в виде облаков в небе или в виде шипения из носика чайника с образованием туманного, клубящегося облака на расстоянии нескольких дюймов. Возможно, также иногда наблюдалось поднятие крышки чайника. Но сколько времени прошло, прежде чем кто-либо был поражен параллельностью этого явления порыву ветра, потоку воды или напряжению мускулов животного? Диссонанс был слишком велик, чтобы его можно было преодолеть таким слабым и ограниченным сходством. Однако в одном сознании идентификация действительно имела место, и за ней последовали ее последствия. Подобное сходство наблюдалось с другими разумами ранее, но не с такими же результатами. Такие умы, должно быть, тем или иным образом выделялись среди миллионов людей, и мы пытаемся дать объяснение их превосходству. Интеллектуальный характер Уотта содержал в себе все элементы, необходимые для большого сходства в подобном случае — высокую восприимчивость, как по природе, так и по образованию, к механическим свойствам тел; обширные предыдущие знания или фамильярность; и безразличие к поверхностным и сенсационным эффектам вещей. Однако не только возможно, но и чрезвычайно вероятно, что многие люди обладали всеми этими достижениями; они своего рода, не выходящие за рамки обычных способностей. Они, конечно, в какой-то степени приобщились бы к механическому образованию. То, что открытие не было сделано раньше, предполагает, что необходимо было нечто большее, а не обычное явление; и этим дополнительным даром, по-видимому, является идентифицирующая способность сходства в целом; тенденция обнаруживать сходство среди несоответствий и маскировки. Это предположение объясняет факт и согласуется с известным интеллектуальным характером изобретателя паровой машины”.

Роль, которую играет Воображение.

Для успеха первооткрывателю нужно гораздо больше, чем способность идентифицировать. Профессор Джон Тиндалл, один из главных толкователей науки девятнадцатого века, так отзывается о роли воображения исследователя:

“Как можно раскрыть скрытые явления природы? Как, например, нам ухватиться за физическую основу света, поскольку, как и сама жизнь, она полностью лежит вне сферы чувств? Философы, возможно, правы, утверждая, что мы не можем превзойти опыт. Но мы, во всяком случае, можем пройти долгий путь от его истоков. Мы также можем увеличивать, уменьшать, квалифицировать и комбинировать опыт, чтобы сделать его пригодным для совершенно новых целей. Мы одарены силой Воображения, и с помощью этой силы мы можем рассеять тьму, которая окружает мир чувств. Даже в науке есть тори, которые считают воображение способностью, которой следует бояться и избегать, а не использовать. Они наблюдали его действие на слабые сосуды и были чрезмерно впечатлены его катастрофами. Но они могли бы с равной справедливостью указать на взорванные котлы в качестве аргумента против использования пара. Ограниченное и обусловленное разумом, готовым к сотрудничеству, воображение становится самым могущественным инструментом первооткрывателя физики. Переход Ньютона от падающего яблока к падающей луне с самого начала был скачком воображения. Когда Уильям Томсон пытается поместить элементарные частицы материи между точками своего компаса и применить к ним миллиметровую шкалу, эта способность оказывает ему мощную помощь. И во многом из того, что недавно было сказано о протоплазме и жизни, мы имеем дело с плодами воображения, направляемыми и контролируемыми известными научными аналогиями. Фактически, без этой способности наши знания о природе были бы простой таблицей сосуществований и последовательностей. Мы по-прежнему верили бы в смену дня и ночи, лета и зимы; но душа Силы была бы вытеснена из нашей вселенной; причинно-следственные связи исчезли бы, а вместе с ними и та наука, которая сейчас связывает части природы в органическое целое”.

Профессор Тиндалл также рассказывает нам, как разумные теории отличаются от необоснованных:—

Теории должны быть проверены.

“Исходя из отправной точки, полученной в результате его собственных исследований или исследований других людей, исследователь действует, сочетая интуицию и проверку. Он обдумывает знания, которыми обладает, и пытается продвинуть их дальше, он догадывается и проверяет свою догадку, он выдвигает предположения и подтверждает или опровергает их. Эти догадки ни в коем случае не блуждают в потемках; ибо однажды приобретенное знание проливает слабый свет за его собственные непосредственные границы. Нет открытия настолько ограниченного, чтобы не осветить что-то за пределами самого себя. Сила интеллектуального проникновения в эту полутенистую область, окружающую действительное знание, зависит не от метода, как, по-видимому, думают некоторые, а от гения исследователя. Однако нет гения, настолько одаренного, чтобы не нуждаться в контроле и проверке. Самые глубокие умы лучше всех знают, что пути Природы не всегда совпадают с их путями и что самые яркие вспышки в мире мысли будут неполными до тех пор, пока не будет доказано, что они имеют аналоги в мире фактов. Таким образом, призвание истинного экспериментатора можно определить как непрерывное упражнение в духовном прозрении, его непрестанную коррекцию и реализацию. Его эксперименты составляют тело, душой которого являются его очищенные интуиции”.

Теории, какими бы полезными они ни были, следует придерживать свободной рукой. Он заявляет:—

“В наших концепциях и рассуждениях о силах природы мы постоянно используем символы, которые, когда они обладают высокой репрезентативной ценностью, мы называем теориями. Таким образом, руководствуясь определенными аналогиями, мы приписываем электрические явления действию особой жидкости, иногда текущей, иногда находящейся в состоянии покоя. У таких концепций есть свои преимущества и свои недостатки; они предоставляют интеллекту мирное пристанище на некоторое время, но они также ограничивают его, и постепенно, когда ум становится слишком большим для своего жилья, он часто сталкивается с трудностями при разрушении стен того, что стало его тюрьмой, а не домом ”.

В том же духе было замечание Майкла Фарадея: “Я не могу не сомневаться, что тот, кто как простой философ обладает наибольшей способностью проникать в тайны природы и с помощью гипотез угадывать способ ее функционирования, также будет наиболее осторожен для своего собственного безопасного прогресса и прогресса других, чтобы отличать знание, состоящее из предположений, под которыми я подразумеваю теорию и гипотезы, от того, что является знанием фактов и законов”.

Однажды он написал письмо о лучевых вибрациях мистеру Ричарду Филлипсу; в конце он сказал: “Я думаю, вероятно, что я допустил много ошибок на предыдущих страницах, поскольку даже мне самому мои идеи по этому вопросу кажутся лишь тенью умозрения или одним из тех впечатлений в уме, которые допустимы на время в качестве руководства к размышлениям и исследованию. Тот, кто занимается экспериментальными исследованиями, знает, как они многочисленны и как часто их кажущаяся пригодность и красота исчезают перед прогрессом и развитием настоящей естественной истины”.

“Подводя итог, ” говорит профессор Уильям Стэнли Джевонс в книге “Принципы науки", “ может показаться, что разум великого первооткрывателя должен сочетать в себе почти противоречивые качества. Он должен быть богат теориями и гипотезами и в то же время полон фактов и точных результатов опыта. Он должен принимать во внимание самые слабые аналогии и простейшие догадки об истине, и все же он должен считать их бесполезными, пока они не будут проверены экспериментально. Когда есть какие-либо основания для вероятности, он должен цепко держаться за старое мнение, и все же он должен быть готов в любой момент отказаться от него, когда столкнется с единственным очевидным противоречивым фактом. ‘Философ, ’ говорит Фарадей, - должен быть человеком, готовым выслушать любое предложение, но преисполненным решимости судить самому. На него не должна влиять внешность; у него не должно быть любимых гипотез; он не принадлежит к какой-либо школе; и в доктрине у него не должно быть учителя. Он должен уважать не людей, а вещи. Истина должна быть его главной целью. Если к этим качествам добавить трудолюбие, он действительно может надеяться войти за завесу храма природы”.

Характер, равно как и ум высочайшего порядка, всегда отличали великого исследователя. Говорит профессор Тиндалл: “Те, кто не знаком с деталями научного исследования, не имеют представления о количестве труда, затраченного на определение тех чисел, от которых зависят важные вычисления или выводы. Они понятия не имеют о терпении, проявленном Берцелиусом при определении атомных весов; Реньо при определении коэффициентов расширения; или Джоулем при определении механического эквивалента тепла. В подобных вопросах применяется мораль, которая по степени серьезности, вероятно, не имеет аналогов ни в одной другой области интеллектуальной деятельности ”.

Несомненно, в Стасе, бельгийском химике, сочетались высочайший характер и непревзойденные способности, который так тщательно удалил из своих химикатов все следы этого распространенного элемента, натрия, что даже его спектроскопическое обнаружение было невозможно.

Слово, обозначающее Дискурсивность.

Величайшим ученым, которого Англия дала миру, был сэр Исаак Ньютон, вторым после него был доктор Томас Янг, который основал волновую теорию света, который с изумительным мастерством расшифровал египетские иероглифы и, кроме того, был опытным врачом. В 1801 году он был назначен профессором натурфилософии в Лондонском королевском институте, основанном в 1800 году Бенджамином Томпсоном, графом Румфордом, уроженцем Воберна, штат Массачусетс. Когда доктор Янг умер, Дэвис Гилберт, президент Королевского общества, выступил с памятной речью, в ходе которой заявил, что, по мнению Янга, для человечества, вероятно, наиболее выгодно, чтобы исследования одних исследователей были сосредоточены в рамках данного направления, но чтобы другие быстрее продвигались в более широком диапазоне. Он полагал, что умственные способности более развиваются и, вероятно, становятся сильнее, если выйти за рамки элементарных знаний и преодолеть огромные элементарные трудности, связанные с различными исследованиями, чем при использовании того же количества часов в каком—либо одном занятии; что доктрина разделения труда, как бы она ни была применима к материальному продукту, не применима к интеллекту; и что она ведет к умалению достоинства человека на шкале разумного существования. Он считал невозможным предвидеть возможности совершенствования в какой-либо науке, поскольку к наиболее важным открытиям привело столько случайностей, что никто не мог сказать, в чем может заключаться сравнительное преимущество какого-либо одного исследования по сравнению с другим; хотя он вряд ли рекомендовал бы план своего собственного курса в качестве образца другим, он все же был удовлетворен методом, которого придерживался.

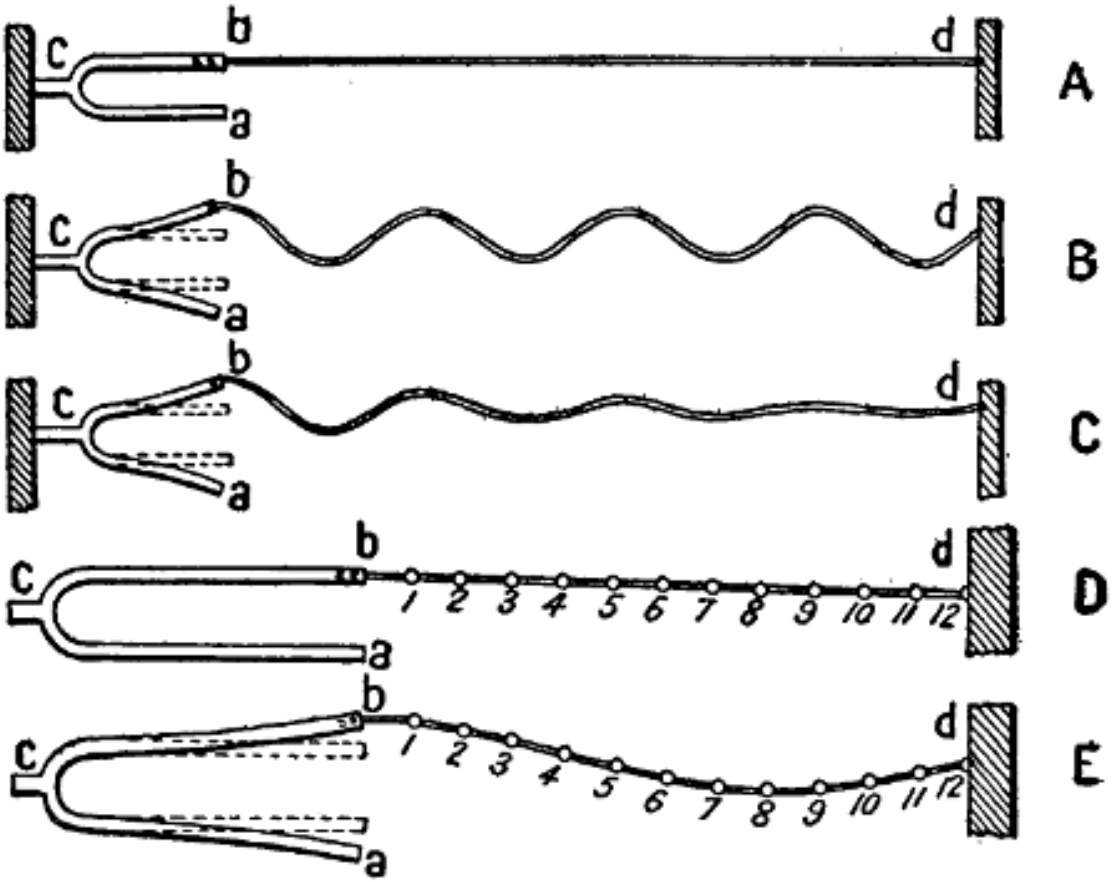
ГЛАВА XXV
ТЕОРЕТИЗИРОВАНИЕ—*Продолжение*

Аналогии имеют ценность . . . Многие принципы можно изменить с выгодой . . . Противоположность старому методу может быть прибыльной . . . Суждение уступает место измерению, а затем переходит к новым областям.

Аналогия как руководство.

Убеждение, которое снова и снова служило первооткрывателю, убеждает его в том, что сходные причины лежат в основе следствий, которые кажутся разнообразными. Когда Томас Янг наблюдал повторяющиеся полосы темноты из-за интерференции света, он сразу же обнаружил параллель с ритмами, с помощью которых интерференции звука создают тишину. Поэтому он был убежден, что свет, как и звук, движется волнами, что это не материальное излучение, как предполагал Ньютон. Примерами такого рода можно было бы заполнить целую главу: пусть одного будет достаточно.

Если обычная бельевая веревка, скажем, длиной двадцать футов, получит волновой импульс от руки на одном конце, движение перейдет к другому концу в виде серии волн. Если использовать веревку в два раза тяжелее, то на удаленном конце будет получена большая часть первоначального импульса, чем в первом эксперименте. Конечно, существует ограничение на толщину каната, который может быть использован таким образом; мы не должны выбирать, например, корабельный трос, но канат, наиболее эффективный по результатам, намного тяжелее, чем можно было бы предположить до испытания. Лорд Рэлей в своем трактате по теории звука показал, что, согласно Лагранжу, нет необходимости утолщать веревку, когда мы хотим увеличить ее вес; в качестве альтернативы мы можем прикреплять к ней грузы через определенные промежутки времени, при этом все вместе будет иметь меньшую массу, чем если бы мы использовали тяжелую веревку равной эффективности. Именно то, какие интервалы являются наилучшими, будет зависеть от толщины и жесткости шнура, от его длины, количества и вида передаваемой ему волны, как показал профессор Майкл И. Пупин из Колумбийского университета, Нью-Йорк, который расширил математическую задачу, рассмотренную Лагранжем и лордом Рэлеем. В исключительной эффективности передачи, изученной таким образом, он увидел принцип, который, по аналогии, как он полагал, справедлив как в электрической области, так и в механике. Этот принцип он проиллюстрировал в своей статье, опубликованной в журнале Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers, 1900, стр. 215. На А прилагаемого рисунка, взятого из этой статьи, изображен камертон C жестко закрепленной ручкой. К одному из ее зубцов прикреплен гибкий нерастяжимый шнур bd. Позвольте вилке устойчиво вибрировать любым подходящим способом. Движение шнура будет волнообразным, как на рисунке B. Затухание волны по мере ее затухания представлено на рисунке C. Эксперименты показывают, что при прочих равных условиях увеличение плотности струны уменьшит затухание, потому что большая масса требует меньшей скорости для накопления заданного количества кинетической энергии, а меньшая скорость влечет за собой меньшие потери на трение. Более того, по мере увеличения плотности струны ее длина волны сокращается.



Профессор. Схема Пупина, объясняющая его систему междугородней телефонной связи.

Предположим теперь, что мы прикрепляем грузик, скажем, шарик пчелиного воска, к средней точке струны, чтобы увеличить вибрирующую массу. Этот вес станет источником отражений, и к дальнему концу струны достигнет меньше энергии волны, чем раньше. Разделите пчелиный воск на три равные части и поместите их в трех равноудаленных точках вдоль шнура. Эффективность передачи будет выше, чем когда весь воск был сконцентрирован в одной точке. При дальнейшем подразделении эффективность будет еще больше повышена; но вскоре достигается точка, когда дальнейшие подразделения приводят к очень незначительному улучшению. Эта точка достигается, когда нагруженный шнур вибрирует почти как однородный шнур с той же массой, натяжением и сопротивлением трению; такой шнур, содержащий 12 небольших кусочков пчелиного воска, обозначается как D в состоянии покоя, как E в движении. ... Невозможно так нагрузить шнур, чтобы он подходил для волн любой длины; но если распределение нагрузок удовлетворяет требованиям для данной длины волны, оно также удовлетворит их для волн большей длины.

Шнур такого типа имеет механическую аналогию с проводником электрической волны. В проводе, передающем электричество, катушки индуктивности могут быть расположены таким образом, чтобы создавать эффект кусочков воска, прикрепленных к шнуру на нашем рисунке; в обоих случаях волны передаются более полно и с меньшим размытием, чем в ненагруженной линии. Математический закон в обоих случаях один и тот же. Профессор Пупин добился успеха, установив этот закон, чтобы знать, где разместить катушки индуктивности. Предыдущие изобретатели, упускавшие из виду этот закон, приходили только к неудаче. Он сконструировал искусственный кабель из 250 секций, каждая из которых состояла из листа парафинированной бумаги, с обеих сторон которой была проклеена полоска оловянной фольги, что в целом фактически представляло кабель длиной 250 миль. В каждое из 250 соединений в этой искусственной цепи он вставил двойную

катушку индуктивности, намотанную на одну катушку шириной и высотой 125 миллиметров и разделенную картоном толщиной 1/64 дюйма. Каждая катушка имела 580 витков проволоки № 20 Brown & Sharpe. Как и в случае с утяжеленной веревкой, эта схема передавала ток гораздо эффективнее, чем при отсутствии катушек индуктивности.

Этот искусственный кабель без катушек на расстоянии, равном пятидесяти милям обычной линии, работал хорошо, на расстоянии до семидесяти пяти миль он служил довольно хорошо, но оказался непрактичным на расстоянии 100 миль и невозможным на расстояниях, превышающих 112 миль: все это в точном соответствии с реальной линией такой же длины. По единой телефонной линии увеличение расстояния мешает передаче речи не только из-за уменьшения громкости звука, но и из-за быстрой потери артикуляции. Сначала это проявляется как явное понижение высоты голоса. В экспериментах профессора Пупина голос ассистента на конце провода протяженностью 75 миль звучал как сильный баритон; на расстоянии 100 миль он становился таким барабанным, что его понимали с трудом, хотя говорящий держал рот близко к передатчику и говорил так громко, как будто обращался к большой аудитории. На расстоянии более 112 миль не было слышно ничего, кроме самых низких нот его голоса, артикуляция полностью пропала. Как только катушки были вставлены, грохот барабанов прекратился, и разговор можно было вести так быстро, как хотелось, на протяжении всего маршрута протяженностью 112 миль. Барабанность возникает из-за стирания обертонов, передача на большие расстояния ослабляет эти обертоны гораздо больше, чем низкие основные тона. Добавление катушек делает скорость ослабления одинаковой для всех колебаний, следовательно, передаваемый звук в конце линии имеет тот же характер, что и в начале.

На практике метод профессора Пупина доказал свой замечательный успех. В обычных цепях он существенно уменьшает необходимое количество проводов. Там, где цепь необычно длинная, она обеспечивает четкость тонов или сигналов на расстояниях, о которых ранее не могло быть и речи. Это делает возможной телефонную связь через Атлантику: кабель для этой услуги стоил бы всего на четверть дороже, чем обычный телеграфный кабель, проложенный и используемый в настоящее время. Несомненное преимущество дает его использование в подземных кабелях, поскольку они подвержены серьезному размыванию токов на сравнительно небольших расстояниях. Интервалы, с которыми следует размещать катушки индуктивности, зависят от обстоятельств каждого конкретного случая. Они обсуждаются профессором Пупином в упомянутой здесь статье.

Правила, которые работают в обоих направлениях.

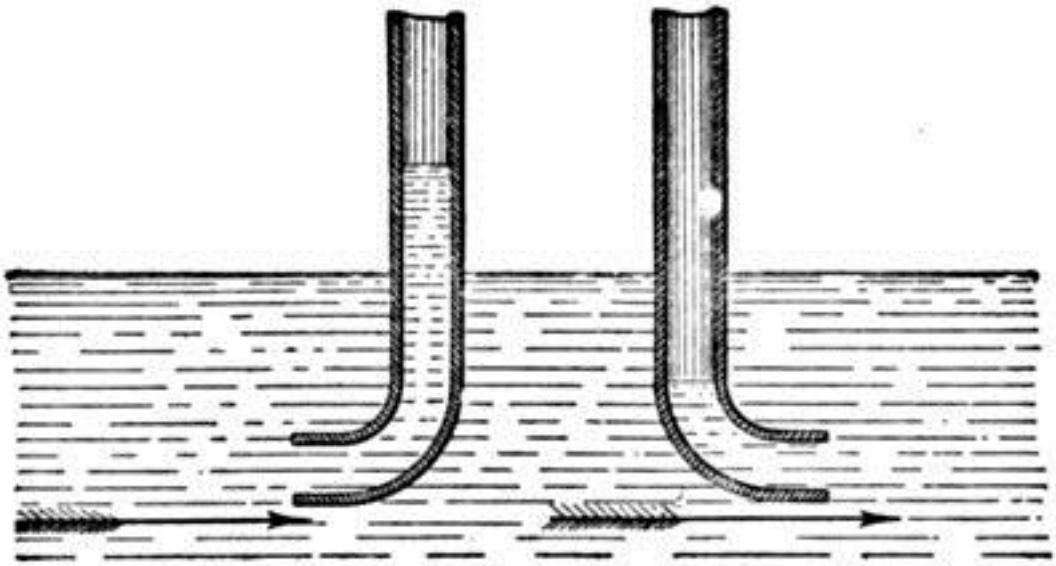
Аналогия на многих путях, подобных пути профессора Пупина, служила руководством для первооткрывателя и изобретателя. Не менее полезным было убеждение в том, что многие правила работают в обоих направлениях, так что изобретательность должна проявляться только в обратном выполнении знакомой задачи, чтобы сократить труд или получить совершенно новую награду.

Ворона хочет добраться до моллюска, которого она выкопала из песка. Разбить прочную раковину ей не по силам, поэтому знающая птица взлетает ввысь, роняет моллюска на каменистый берег или камень и сразу же наслаждается трапезой. Не имеет значения, падает ли молоток на скорлупу, или скорлупа падает на молоток: ворона выбирает единственный метод, который ей по силам. Так и с дровосеком, чей топор вонзается в березовую или кленовую палку: он поднимает дерево и топор вместе как можно выше, затем опускает топор на спину, когда удар мгновенно разрывает палку на части. Сверление на токарном станке обычно выполняется за счет продвижения винта тарельчатого диска во время процесса. При

растачивании длинных отверстий объект, подлежащий растачиванию, вращается и перемещается по прямой линии, в то время как инструмент продвигается без вращения. В экстренной ситуации Уильяму Фэрберну, знаменитому инженеру, предстояла большая работа по клепке. Он взял штамповочный станок, изменил его действие на обратное и получил клепальный станок, который выполнял работу в двенадцать раз быстрее, чем опытный мастер.

Как в механическом цехе, так и на транспорте. Одна из идей первых инженеров-железнодорожников Англии заключалась в том, что их рельсы должны иметь фланцы, иначе как колеса могли оставаться на рельсах? Но кто-то с более широкой точкой зрения спросил, почему бы не оставить рейку плоской или почти плоской и не надеть фланец на колесо, что проще сделать? Соответственно, к колесу прилагался фланец, и там он и остается, напоминая путешественнику о восточной максиме: “Тому, кто хорошо обут, кажется, что весь мир обтянут кожей”.

Во многих задачах у нас есть подобный выбор методов. Мы хотим измерить скорость потока; если мы погрузим изогнутую стеклянную трубку так, чтобы ее горизонтальная часть находилась выше по течению, высота, на которую поднимается вода в вертикальной половине трубки, сообщит нам то, что мы хотим знать; если мы перевернем трубку, скорость нашего течения будет измеряться погружением, а не подъемом в вертикальном стакане.



Воды прибавилось
в пробирке.

Воду спускают
в трубку.

Турбины поменялись местами.

На протяжении многих лет турбины зарекомендовали себя лучше, чем другие водяные колеса, так что где бы ни вращалось, поскрипывая, старомодное рулевое колесо, там художник запечатлевает живописные очертания двигателя, которому осталось жить совсем немного. Турбина с тщательно изогнутыми лопастями получает от падающей воды всю имеющуюся у нее мощность; когда задача состоит в том, чтобы поднимать воду, то именно эта турбина с обратным направлением вращения является насосом Уортингтона, самым эффективным из известных водоподъемников. Правила строительства одинаковы

независимо от того, начинаем ли мы с падающей воды и извлекаем из нее энергию, или начинаем с энергии и тем самым поднимаем воду. Ветряная мельница так же живописна, как грудное колесо, и чем старше, тем лучше, думает художник, рассматривая ее обветшалый каркас. Гораздо позже ветряной мельницы как устройства появился ее аналог - вентилятор-воздуходувка; линии, наиболее эффективные для одной, также лучше всего подходят для другой. Гораздо более эффективными, чем старые мельницы с четырьмя лопастями, являются новые мельницы, у которых весь круг покрыт лопастями. Воздуходувки с таким же количеством лопастей обеспечивают наибольшую производительность.

Гидравлическое давление как противовес.

На протяжении веков одним из ежедневных наблюдений было то, что столб воды оказывает давление пропорционально своей высоте. Обычно считается, что это давление направлено вниз, но если труба, заполненная водой под большим давлением, изогнута вверх у своего основания, то содержащаяся в ней жидкость давит вверх. Отметьте выигрыш от такого небольшого изменения ситуации с обычной точки зрения. В 1883 году мистер Дж. Ф. Холлоуэй из Калифорнии установил турбину, поток которой поступал снизу и двигался вверх через лопасти машины. Таким образом, он заставил давление воды поддерживать колесо, существенно уменьшив его трение за счет уравновешивания его веса. Этот план был принят на Ниагарском водопаде для возведения там гигантских турбин, одних из самых мощных в мире.

Двигатель и насос.

Этот простой прибор, садовый распылитель, является примером двух важных типов устройств, одно из которых является противоположностью другого. Наполните цилиндр водой, с усилием перемещайте поршень по его ходу, и у вас получится насос. Подают воду под давлением, как из городского крана, и она приводит в движение поршень двигателя; в принципе, таков механизм тысяч моторов в Лондоне, использующих воду под давлением 500 фунтов или около того на квадратный дюйм. Устройство, по сути, одно и то же, при подаче пара или газа становится привычным двигателем, работающим на бесчисленных фабриках и заводах. Это был большой шаг вперед в конструкции паровой машины, когда один цилиндр Ватта был заменен двумя или более цилиндрами, использующими пар высокого, а не низкого давления. Распределенный таким образом по нескольким цилиндрам пар охлаждается почти в меньшей степени с потерей рабочей мощности, чем при использовании только одного цилиндра. Точно так же лучше всего разделить сжатие воздуха на две или более стадии, чтобы на каждой стадии воздух можно было охлаждать и, таким образом, сжимать его было легче, чем если бы дело завершалось одной операцией. Лучший воздушный компрессор - это практически аналог паровой машины.

В последние годы возвратно-поступательные механизмы того или иного типа были вынуждены уступить место роторным конструкциям. В них, как и в их предшественниках, есть поразительные примеры правил, которые работают в обоих направлениях. Например, для того, чтобы пар под высоким давлением полностью отдавал свою энергию в турбине Парсонса-Вестингауза, лопасти должны быть правильно изогнуты, и они должны располагаться последовательно по кругу, постепенно расширяясь, чтобы пар мог постепенно отдавать свою энергию. В горнодобывающей промышленности, металлургии и многих других крупных отраслях промышленности сжатый воздух требуется в огромных объемах. Для его производства мистер Парсонс изобрел устройство, практически двойник своей паровой турбины, за исключением того, что оно работает в обратном направлении; его можно напрямую подключить к паровой турбине.

Фанаты.

Электрические вентиляторы в наших магазинах и офисах создают потоки воздуха гораздо меньшей силы, чем потоки пара в турбине. Когда их лопасти движутся, как стрелки часов, к вам дует ветерок; измените их движение на обратное, и поток унесет вас прочь. Установите такой вентилятор сбоку от коробки, в противном случае закрытой; лопасти, приводимые в движение в одном направлении, нагнетают воздух в коробку; приводимые в движение в противоположном направлении, лопасти удаляют воздух из коробки. Мощные потоки такого рода, такие как поток от воздуходувки Sturtevant, используются в доменных печах и крупнейших паровых установках. Инженер выбирает между двумя методами; он может заделать каминное отделение и нагнетать воздух, который будет проходить через колосниковые решетки к топливу, или он помещает вентилятор в дымовую трубу, чтобы вызвать ток путем отвода воздуха. В Нью-йоркском и лондонском метро пневматические трубы доставляют письма в почтовые отделения и обратно. Когда центральный двигатель работает на полную мощность, в трубы может попасть вода с улиц, что нанесет большой вред. Когда земля полностью высохнет, лучше всего выпустить воздух с одного конца трубопровода и сжать его с другого. Это объединение толчка и вытягивания напоминает план лорда Кельвина в "океанской телеграфии", с помощью которого кабель сначала подсоединяется к отрицательному полюсу батареи, а затем, для подачи сигнала, прикасается к положительному полюсу. Когда путь сообщения таким образом расчищен, он распространяется с удвоенной скоростью.

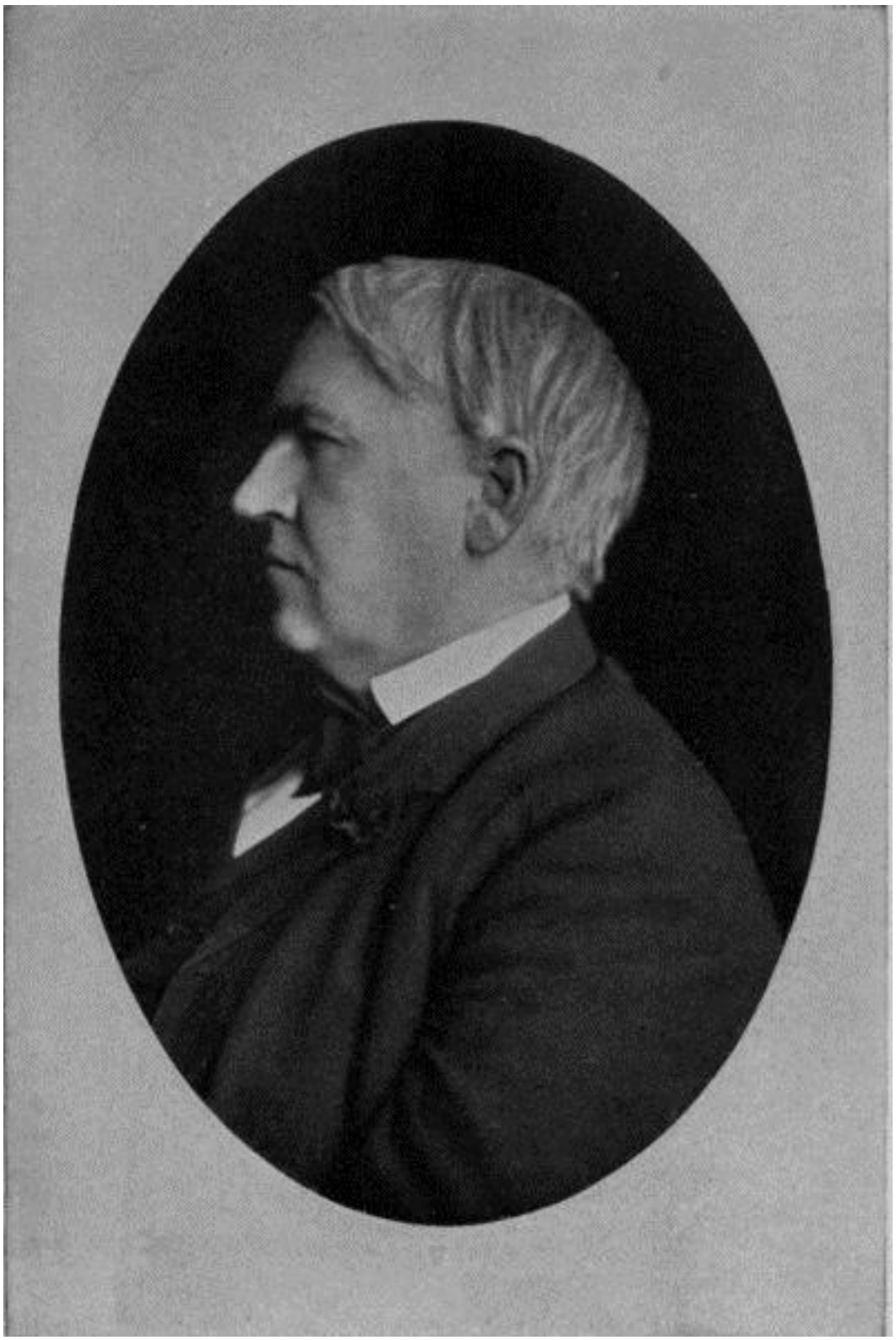
Электрическая взаимность.

Искусство электротехники изобилует правилами, которые работают в обоих направлениях. Эрстед заметил, что ток, проходящий по проводу, отклоняет ближайшую стрелку компаса. Фарадей, всегда помня о руководящем законе взаимности, принудительно отклонил магнитную стрелку так, чтобы движением руки создать ток в соседнем проводе. Таким образом, он открыл магнитоэлектричество, что, по мнению Тиндаля, было величайшим результатом, когда-либо полученным в результате эксперимента. На простом принципе, открытом тогда Фарадеем, построены огромные генераторы, которые вращаются на Ниагаре, на больших и малых электростанциях по всему миру для производства электроэнергии механическим движением. Стрелка компаса имеет поле, или широту влияния, окружающую ее поверхность, которая мала и слаба. Огромный магнит в генераторе имеет поле одновременно большое и сильное. Когда электрический проводник, такой как катушка медной проволоки, принудительно вращается в этом поле, в проводе возникают мощные электрические токи, эквивалентные по энергии механическому усилию вращения. Возьмем другой случай: ток разлагает воду; образующиеся газы при соединении дают точно такой же ток, как тот, который их разделил. Соедините полоску висмута с полоской сурьмы и дайте току пройти через пару; место соединения нагреется. В другой раз, не используя ток, прикоснитесь на мгновение к этому суставу рукой; передаваемое тепло, хотя и незначительное по величине, создает ток, который ясно определяется гальванометром, предоставляя тонкое средство обнаружения мельчайших изменений температуры. В 1874 году М. Грамм показал четыре свои динамо-машины на Венской выставке. М. Фонтейн, электрик, увидел пару незакрепленных проводов возле одной из машин и подсоединил их к ее клеммам; другие концы проводов оказались подсоединены к быстро вращающейся динамо-машине. Сразу же только что присоединенная машина начала вращаться в обратном направлении, как мотор. Таким образом, благодаря случайности, за которой разумно последовали, электричество добавилось к движущим силам, создав отрасль, имеющую в настоящее время первостепенное значение.

В химических эффектах электрического тока мы имеем параллельные факты. Поместите железоникелевую пластину в щелочную ванну аккумуляторной батареи Эдисона; металл сразу же начнет растворяться, создавая ток. Теперь направьте на эту пластину немного более сильный ток; немедленно пластина выделяет железо-никель из его соединений в жидкости, быстро увеличиваясь до своего первоначального объема. Случаев такого рода происходит так много, что химики считают, что синтез и электролиз всегда являются аналогами. Как бы то ни было, мы должны помнить, что часто химическое действие гораздо сложнее, чем кажется на первый взгляд. Таким образом, в сухом воздухе или даже в сухом кислороде железо не связывается; но внесите немного влаги, и сразу же окисление пойдет быстрыми темпами. То же самое и с горючими газами, выходящими из горловины доменной печи; они отказываются гореть до тех пор, пока не почувствуют дуновение пара, после чего мгновенно вспыхивают пламенем. Химическая энергия обычно движется по лабиринту, в котором химик может ориентироваться только в одном направлении. Повторение его шагов предназначено для того дня, когда он будет знать гораздо больше, чем сейчас.

Печи и сейфы.

Свойства, чисто физические и, следовательно, гораздо более простые, чем те, которые изучаются химиками, предлагают нам заслуживающие внимания примеры правил, которые работают в обоих направлениях. В течение многих лет стены и дверцы сейфов и банковских хранилищ были заполнены гипсом как веществом, практически невосприимчивым к нагреванию. Сегодня норвежские кухонные сундуки, построенные во многом по тому же принципу, привлекают внимание общественности своей экономичностью. Кастрюлю наполняют, скажем, материалами для приготовления супа, доводят ее до кипения, а затем помещают в сундук, плотно застеленный непроводящим слоем войлока или даже сена, как показано на странице 189. Примерно через час оказывается, что отличный суп сварился сам собой просто за счет удерживаемого тепла. Таким образом, ресурс, давно знакомый изготовителям сейфов и сейфовых ячеек, используется в домашнем хозяйстве с большой выгодой. Очевидно, что все, что препятствует прохождению тепла, может быть использовано либо для удержания его внутри, либо для отвода наружу. В течение многих лет изобретатели занимались поиском непроводников, которыми можно было бы покрыть паровые трубы и паровые котлы. Сегодня на холодильных установках эти непроводники столь же полезны для покрытия труб, заполненных циркулирующими жидкостями с отрицательной температурой. Возьмем параллельный пример из области физических исследований. В 1873 году Дюлонг и Пети в своем измерении тепла избежали потерь тепла с помощью нового подхода к совершенству, используя стеклянные сосуды один внутри другого, с пустыми промежутками между ними. В 1892 году профессор Дьюар применил это устройство для предотвращения нагревания окружающих тел сжиженными газами чрезвычайно низких температур - цель, прямо противоположная цели Дюлонга и Пети. Часто, как в этих случаях, приложения того или иного качества могут применяться парами; одно изобретение может предполагать его двойника.



Авторское право, Pach Bros., Нью-Йорк.

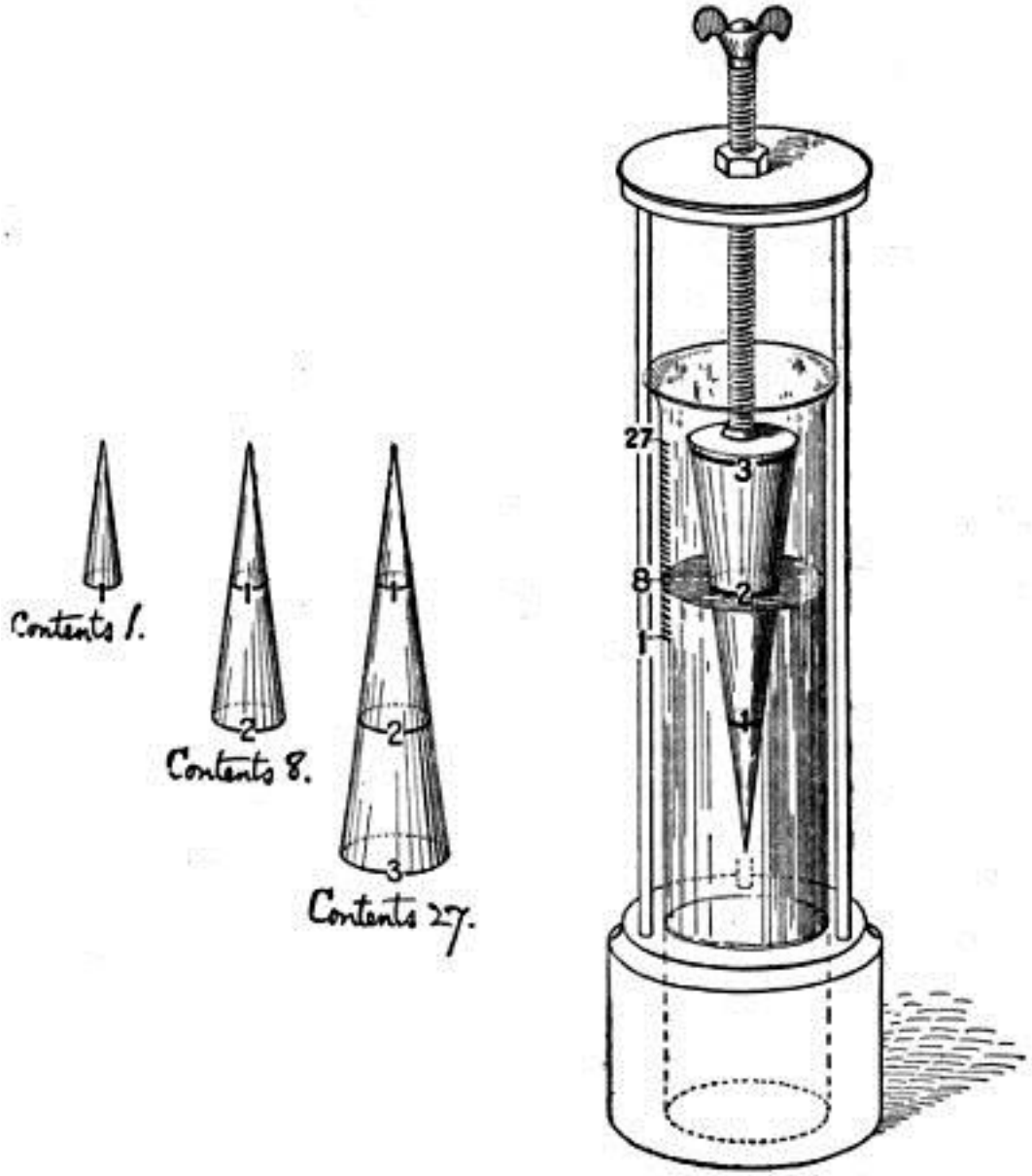
ТОМАС АЛВА ЭДИСОН, 1906.
Оранж, Нью-Джерси.

Эту принципиальную взаимообусловленность можно столь же ясно наблюдать в явлениях природы, как и в творениях изобретательности. Вода расширяется при замерзании; когда это расширение происходит свободно, температура замерзания составляет 0 ° C. Но когда

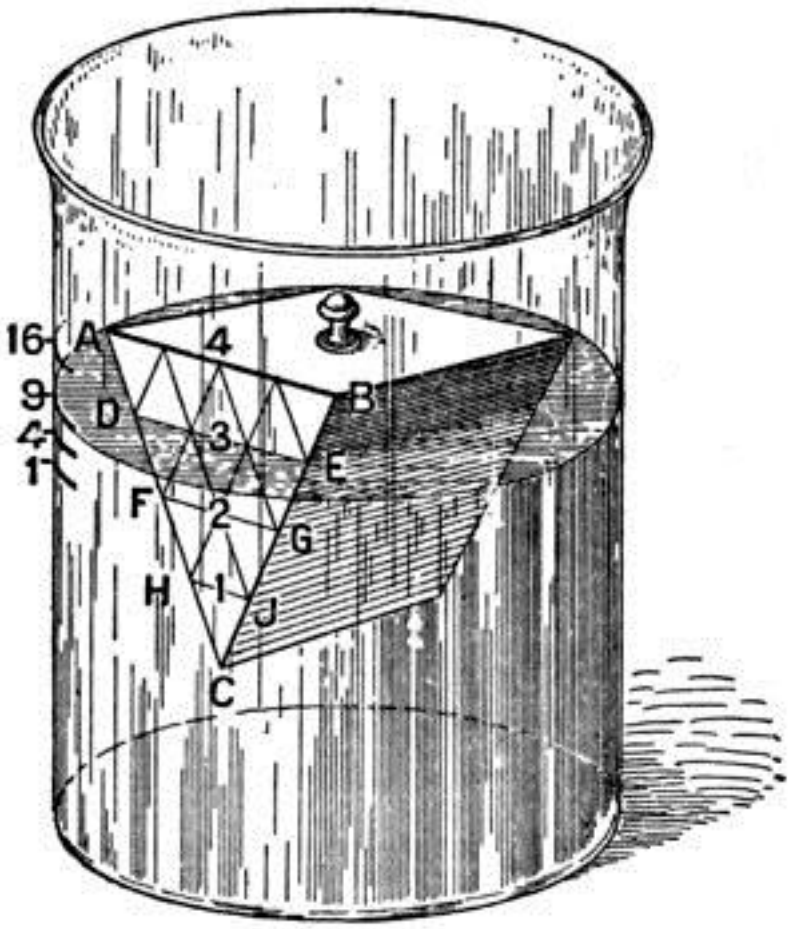
расширению сопротивляются, например, когда вода заключена в прочный ствол ружья, температура замерзания понижается, поскольку теперь лед должен совершить работу в процессе кристаллизации. Так и с точками кипения жидкостей; они повышаются при повышении атмосферного давления и падают при понижении атмосферного давления. Старатель на Пайкс-Пик не может сварить яйцо в своем чайнике. На следующий день он спускается в шахту в долине и обнаруживает, что температура кипения здесь выше, чем тогда, когда он разводил костер у входа в шахту.

Легко найти кубический корень.

Возьмем другой пример инверсии, на этот раз в области измерения. Каждый школьник знает, что кубики диаметром соответственно один, два, три и четыре дюйма содержат содержимое размером соответственно в один, восемь, двадцать семь и шестьдесят четыре кубических дюйма; то есть содержимое меняется в зависимости от диаметра кубиков этих твердых частиц. Это верно для всех твердых тел, одинаковых по форме. Следовательно, конусы, у которых угол при вершине составляет, скажем, пятнадцать градусов, различаются по содержанию в зависимости от куба их высоты. На конусы обычно смотрят, когда они покоятся на своих основаниях; стоит рассматривать их перевернутыми, направленными вниз. Перевернутый конус, должным образом закрепленный на раме, позволяющей двигаться вверх и вниз, и погружающийся в цилиндр, частично заполненный водой, является простым средством извлечения кубического корня, скажем, в пределах от одного до десяти. Конус должен быть размечен на десятые доли, а цилиндр, расположенный между высокой и низкой водой, - на тысячные. На аналогичном плане сужающийся клин действует как извлекатель квадратного корня, вытесняя воду пропорционально квадрату глубины погружения.



Извлечение кубического корня.
Конус вытесняет воду в виде куба глубины погружения, в данном случае в пределах 1 и 3 as.



Извлечение квадратного корня.
Клин вытесняет воду пропорционально квадрату глубины погружения.

От следствия к причине.

Механик, не в меньшей степени, чем геометр, может проявить проницательность, рассматривая вопрос наоборот и рассуждая от следствия к причине. Опытный печатник проверяет испорченный лист, когда он выходит из пресса, и замечает, что он измазан и скомкан с явным перекосом. Он сразу же останавливает механизм и кладет палец на рычаг, который стал кривым, или на колесо, которое вышло из строя. Мистер Джозеф В. Вудворт говорит о фрезах: “Когда фрезер ломается из-за неправильного хода назад по обрабатываемой поверхности, поломка характерна. Хотя человек, сломавший его, будет абсолютно уверен, что он шел в правильном направлении, трещины на поверхности зубов говорят о другом ”.

В своем руководстве по стали мистер Уильям Меткалф читает запись, столь же разборчивую для наметанного глаза: “Если на топоре после закалки обнаруживаются трещины у углов его лезвия, значит, эти углы были горячее, чем середина лезвия. Если трещина появляется в середине края, значит, там нагрев был сильнее, чем по углам; обрезка и сравнение зерен расскажут всю историю. Если замечена несколько прямая трещина у края и параллельно ему, есть вероятность, что трещина указывает на шов ”.

На этом этапе давайте на несколько мгновений оставим область механики и обратим внимание на то, как вывод причины из следствия может помочь исследователям горных

пород, небес, человеческого строения. Геолог, наблюдающий плотный известняк, узнает, насколько сильным было давление, которое привело рыхлый осадок к такой плотности. В стеклообразной текстуре кварца он находит столь же очевидный признак интенсивного нагрева. Зарубки на поверхности скал, идущие линиями с севера на юг, указывают ему пути, по которым много веков назад ледники двигались от мест своего зарождения в полярных зонах. В астрономии несравненно более сложный процесс вывода был совершен Джоном Каучем Адамсом и Урбеном Леверье, каждый независимо от другого. Орбита Урана имела определенные мельчайшие неровности, которые они отнесли к планете, в то время еще не наблюдавшейся, место которой они указали. Их замечательный вывод был подтвержден открытием Нептуна 23 сентября 1846 года.

На пути, действительно удаленном от пути наблюдателя планеты и звезды, хирург во многом таким же образом рассуждает от результата к причине. В 1870 году Фрич и Битциг, два немецких исследователя, заметили, что при воздействии электрическим током на четко определенную область мозга собаки, подвергнутой воздействию хлороформа, ее конечности двигались. Одна часть мозга, возбужденная таким образом, заставила бы переднюю ногу подергиваться, другая часть заставила бы двигаться заднюю ногу. Когда у животного удаляли определенную область мозга, соответствующая часть его тела — глаза, уши или конечности - оказывалась навсегда парализованной. Из начатых таким образом исследований было ясно доказано, что в мозге животных существует разделение труда, причем каждая деятельность в такой же степени локализована внутри черепа, как и снаружи, в носу, ушах или ступнях. Обследование людей, ставших жертвами болезней и травм, подтвердило все это. Пациент мог испытывать потерю способности писать, говорить, твердо стоять на ногах за недели или месяцы до конца. Причиной во многих случаях оказывается опухоль, иногда размером не больше горошины, которая давит на определенную область мозга и таким образом вызывает заболевание. Вдавленный фрагмент кости при переломе черепа оказывает аналогичное действие. Учитывая эти факты, когда хирург вызывается для лечения пациента, который страдает от потери способности писать, говорить или стоять, он приподнимает череп пострадавшего на небольшое расстояние над специально указанной областью, устраняя вдавленный перелом или обнажая небольшую опухоль, которую он удаляет, обычно с восстановлением здоровья.

Поколение назад много говорилось о функциональных заболеваниях, предполагалось, что помимо механизма функционирования костей, мышц или нервов, функции организма могут нарушаться сами по себе. Усовершенствования микроскопа показали, что многие из этих нарушений вызваны нарушениями структуры; и за пределами действия микроскопа тщательное изучение симптомов позволяет врачу сделать вывод, что физические структуры поражаются способами, которые он, возможно, сможет увидеть и представить.

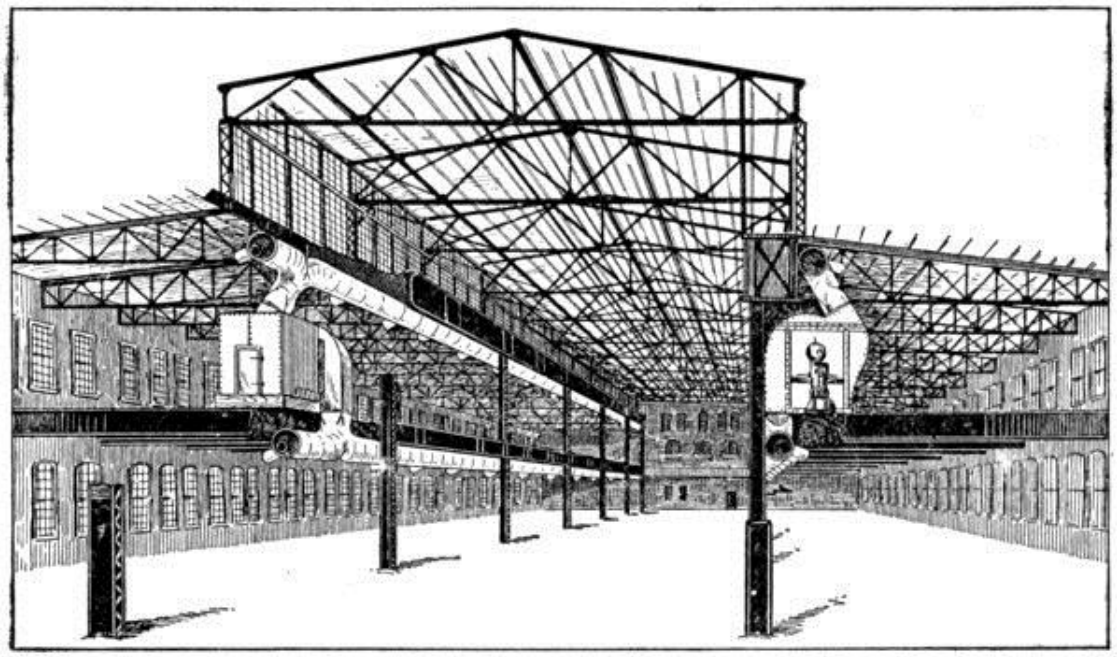
Выдающийся окулист, доктор Кейси А. Вуд из Чикаго, говорит мне, что определенные заболевания мозга и почек ухудшают зрение, что отчетливо видно с помощью офтальмоскопа, небольшого прибора, с помощью которого можно исследовать внутреннюю часть глаза через зрачок. Таким образом, пациент, жалующийся на несовершенное зрение, на самом деле может страдать от заболевания, затрагивающего не только глаза.

Заслуживающая внимания группа врачей посвящает себя уходу за душевнобольными, то есть пациентами с пораженным мозгом. Как правило, когда заявляет о себе безумие, сначала уходят манеры, затем мораль и, наконец, физические способности глаза, уха, руки. Все наоборот, рассказывая историю о том, как человечество стало человеком; сначала в развитии способностей, присущих птицам и зверям, затем в воспитании характера и, наконец, в добавлении изящества в поведении.

Выгода в противоположностях.

После этого экскурса в вопросы астрономии, человеческого тела и разума давайте вернемся в мастерскую и машинное отделение. Как мы видели, есть выгода, когда изобретатель берет знакомый процесс, такой как строгание, и меняет его местами, так что вместо того, чтобы рубанок перемещался по доске, доска перемещается под рубанком. Нередко также прибыль получалась после принятия плана, прямо противоположного освященной веками практике, как, например, когда француз прокалывал иглу ушком возле острия, а не в стороне от него, делая шаг, который во многом способствовал появлению швейной машины. Ружья заряжались с дула целую вечность, пока однажды отважный человек не зарядил их с казенной части, сочтя этот метод предпочтительным во всех отношениях. Тогда пуля или шарик могли бы быть больше и прилегать ближе, чем раньше, обладать большей скоростью и проникающим действием, при этом более точными в полете, особенно если стрелять из нарезного оружия. Все, что оставалось в пистолете, находилось перед новым зарядом, а не за ним. При производстве скоропортящиеся детали пистолета, его жерло и прилегающая к нему сталь, теперь находятся в подвижном казеннике, где их можно заменить с минимальными затратами и хлопотами. Заряжание и стрельба могут быть намного более быстрыми, чем при использовании дульнозарядных устройств, при этом требуется меньше места и наводчики гораздо менее уязвимы, чем раньше. И за много веков до того, как появилась такая вещь, как огнестрельное оружие, огромный шаг в обработке земли был сделан простым обращением вспять древней практики. Сначала почву царапали палкой, проведенной по ее поверхности; когда какой-то первобытный Эдисон направил палку вперед, а не назад, он создал плуг, и обработка почвы началась всерьез.

При подаче угля в огонь, как и в случае с обычной колосниковой решеткой, единственным планом на протяжении веков было добавлять топливо сверху. Постепенно нагреваясь от раскаленной массы под ним, это свежее топливо выделяло сравнительно холодные газы, которые в значительной степени проходили в дымоход, не сгорая. Механический кочегар типа с недостаточной подачей подает свежий уголь под уже раскаленное топливо; в результате все газы от свежего угля проходят через слой накаливания, который сильно нагревает их, так что при попадании в воздушный поток они полностью расходуются.



Магазин Link Belt Machinery Co., Чикаго, демонстрирует вентиляционное и отопительное оборудование Sturtevant.

В крупных механических цехах все большее распространение получает система отопления, которая в равной степени отличается от традиционных методов. В небольшом цехе трубопроводы, заполненные паром или горячей водой, служат достаточно хорошо; в высоком механическом цехе они служат плохо, направляя теплые потоки воздуха к крыше, где тепло приносит только вред. Объединение вентилятора с системой паровых змеевиков обеспечивает значительное улучшение. Воздух, нагретый до любой желаемой температуры, разносится по воздуховодам по всему зданию с выпускными отверстиями в местах, наиболее нуждающихся в тепле. Вместо того чтобы позволить нагретому воздуху подняться на крышу, он принудительно направляется к полу, который в противном случае был бы чрезмерно холодным. Поскольку воздух находится в быстром движении, нагревательные змеевики могут быть не более чем на четверть больше по площади, чем в системе прямого излучения. Дополнительным преимуществом этого плана является использование отработанного пара без создания чрезмерного противодавления на насосы или двигатели, и он дает результаты, почти равные результатам использования горячего пара. Смотрите прилагаемую иллюстрацию.

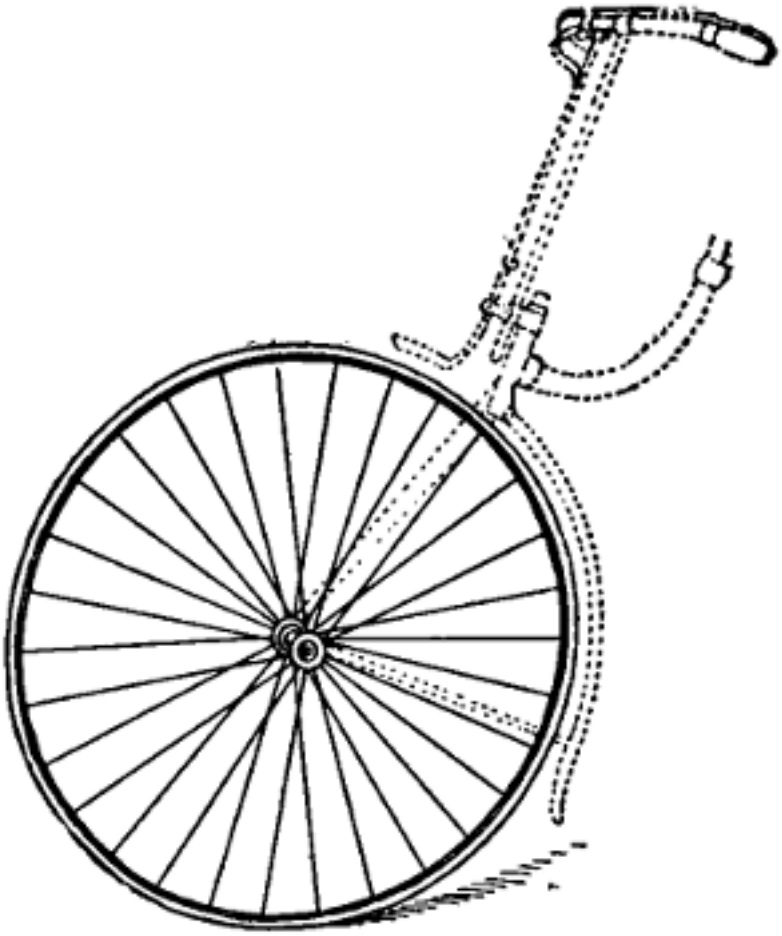
Освещение, так же как и отопление, может иметь общую выгоду от замены старого метода на противоположный. Многие формы отражателей, как из стекла, так и из металла, были разработаны для рассеивания лучей ламп, обычно в направлении вниз. Отличная планировка направляет положительный углерод дуговой лампы на потолок, а не на пол; с потолка, должным образом побеленного, лучи падают более тщательно и приятно рассеянными, чем если бы они отражались от зеркал или преломлялись призмами, какой бы оригинальной формы и расположения они ни были. Смотрите иллюстрацию на стр. 75.

Во времена мелочей в технике, которые закончились только с Уаттом и его паровой машиной, когда нужно было разогреть чайник, считалось, что подходящее место для его разжигания находится снаружи. Но когда появились большие котлы, в которых срочно требовалось разогреть их содержимое как можно быстрее, оказалось выгодным развести огонь внутри. Стивенсон в немалой степени был обязан успехом своего локомотива “Ракета” тому, что его котел находился вне пламени. Наиболее эффективные современные котлы полностью развивают этот принцип.

В обычной печи тяга движется вверх, подчиняясь импульсу, обусловленному легкостью нагретых газов. Это направление обратное в печах с понижающей тягой, которые были первоначально изобретены лордом Дандональдом более века назад. В их современных типах дутье вентилятора направляет тягу вниз через топливо, в результате чего газы нагреваются настолько сильно, что полностью сгорают. Колосниковые решетки состоят из водяных труб, подсоединенных к котлу как неотъемлемая часть его поверхности нагрева. Вгазогенераторе Loomis используется аналогичный метод: топливо загружается через открытую дверцу в верхней части генератора, а газ выпускается из нижней части топки. Таким образом, все смолистые и летучие вещества в битуминозном угле или древесине превращаются в неподвижный газ.

Тридцать лет назад можно было бы предположить, что колеса обычных телег и экипажей не подвержены изменениям и относятся к числу семейных реликвий, которые можно безопасно передать потомкам. Это не так. Обратите внимание на колесо велосипеда и обратите внимание, что вместо прочных спиц, поддерживающих ступицу, используются тонкие стальные проволоки, на которых подвешена ступица. Таким образом достигается прочность,

облегчается колесо и экономится материал. Колеса подобной модели в настоящее время используются во многих других транспортных средствах, где особенно желательна легкость. Этот план использования спиц при растяжении вместо сжатия приписывают Леонардо да Винчи, который процветал четыре столетия назад.



Велосипедное колесо, подвешенное к оси на проволоках.

Суждение при теоретизировании: у правил есть пределы.

В то время как люди, которые дополняют известную истину, будь то в сфере материи или разума, должны опираться на приобретенные знания, они делают это, руководствуясь здравым смыслом, используя высшую способность суждения. Начнем с того, что они понимают, что каждая сила действует в определенных пределах, действует одновременно с другими силами, которые изменяют ее воздействие. Говоря о гравитации, профессор Уильям Джеймс говорит: “Маятник может быть отклонен одним ударом и качнуться назад. Будет ли он качаться назад тем чаще, чем больше мы умножаем удары? Нет. Ибо, если они обрушатся на маятник слишком быстро, он вообще не будет качаться, а останется отклоненным в разумно неподвижном состоянии. Численное увеличение причины не обязательно должно численно увеличивать следствие. Подуйте через трубочку; вы получите определенную музыкальную ноту; и увеличение выдувания увеличивает на определенное время громкость ноты. Будет ли это верно бесконечно? Нет; ибо при достижении определенной силы нота, вместо того чтобы становиться громче, внезапно исчезает и заменяется более высокой октавой. Слегка прибавьте газ и подожгите его; получится крошечное пламя. Прибавьте газа, и пламя увеличится. Будет ли это соотношение увеличиваться бесконечно? Опять нет,

потому что в определенный момент пламя взметается вверх неровной лентой и начинает шипеть”.

Примерно в том духе, в каком сказал судья сэр Уильям Андерсон: “Среди молодых и неопытных существует тенденция слепо верить формулам, забывая, что большинство из них основаны на предпосылках, которые неточно воспроизводятся на практике, и которые во многих случаях неспособны учитывать сопутствующие нарушения, которые может предвидеть только опыт, а здравый смысл предостерегает”.

Не платите больше 100 центов за доллар.

В том, что в отношении новой машины все факты, касающиеся конструктивных и эксплуатационных затрат, должны приниматься во внимание после испытаний на практике, убежден профессор А. Б. В. Кеннеди: “Машины нельзя окончательно критиковать, объявлять хорошими или плохими, просто исходя из результатов, измеримых в лаборатории. Например, требуется использовать паровую установку, в которой сжигается как можно меньше угля. Но очевидно, что стоило бы потратить впустую определенное количество угля, если менее экономичная машина позволила бы больше сэкономить на ремонте или процентах. Или же, возможно, стоило бы использовать машину, в которой явно использовалось определенное количество дополнительной мощности, если бы только с помощью такой машины можно было ощутимо снизить стоимость обслуживания. ‘Полезность’ экономики проявляется только в практическом опыте. Тщательное обучение сравнительно простым деталям больше, чем что-либо другое, помогает человеку точно оценить важность таких частей, как названные. Несомненно, есть много людей, у которых критическая способность развита недостаточно, чтобы позволить им когда-либо быть полезными в этих вопросах, но для тех, кто интеллектуально способен к ‘высшей критике’, неоценимую ценность имеет систематическое обучение низшим ”.

К тому же приводят замечания профессора Дж. Хопкинсона: “Удвоение толщины цилиндра ни в коем случае не удваивает его прочность. И наоборот, удвоение прочности материала позволит уменьшить толщину намного меньше, чем наполовину. До 1869 года гидравлические прессы в основном изготавливались из чугуна. Было много удивления по поводу значительного уменьшения толщины и веса, которое стало возможным, когда более слабый материал был заменен сталью. В случае пистолетов хорошо известно, что большей прочности можно добиться, если внешние кольца сжать на внутренних. Математическая теория подсказывает нам, какая степень усадки должна дать наилучшие результаты. Усадка пистолета может быть настолько велика, что он ослабнет”.

Он продолжает: “Математическая обработка любой проблемы всегда носит аналитический характер — внимание концентрируется на определенных фактах, а на данный момент другими фактами пренебрегают. Например, при рассмотрении термодинамики паровой машины упускаются из виду очень важные моменты, необходимые для успешной работы двигателя, — вопросы прочности деталей, смазки, удобства ремонта. Но если инженер хочет добиться успеха, он не должен упускать из виду каждый элемент, необходимый для успеха; у него должен быть практический инстинкт, который подскажет ему, будет ли двигатель в целом успешным. Его ум должен быть не только аналитическим, иначе он подвергнется опасности частично решить проблемы, возникающие в его работе, и совершить фатальные ошибки по пунктам, которые он упустил из виду и которых самый простой, умный, практичный человек избежал бы, почти не подозревая об этом. Опять же, поскольку возможности самого сильного математика ограничены, существует постоянный соблазн подогнать факты под математику и предположить, что выводы будут иметь большую

точность, чем посылки, из которых они выводятся. Это проблема, с которой можно столкнуться при других приложениях математики к экспериментальной науке. Чтобы сделать предмет поддающимся лечению, можно найти, например, в науке магнетизма, что смело предполагается, что намагниченность намагничиваемого материала пропорциональна силе намагничивания, и этому соотношению дано название, и выводы делаются на основе предположения; но факт в том, что такой пропорциональности не существует, и все выводы, вытекающие из предположения, пока недействительны. По возможности математические выводы следует часто проверять с помощью наблюдений и эксперимента по той простой причине, что это всего лишь выводы, а предпосылки, из которых делаются выводы, могут быть неточными или неполными. Мы всегда должны помнить, что мы не можем извлечь из математической мельницы больше, чем вкладываем в нее, хотя мы можем получить это в форме, бесконечно более полезной для наших целей ".

Профессор Александр Бэйн в своей книге "Чувства и интеллект" заключает: "Здравое суждение, означающее ясное и безошибочное восприятие того, что на самом деле достигается используемыми приспособлениями, следует рассматривать как первое требование практического человека. У него могут быть скудные интеллектуальные ресурсы, он может медленно продвигаться вперед и создавать соответствующие устройства, но если его восприятие цели непоколебимо и сильно, он не будет причинять вреда и практиковать шарлатанство. Возможно, ему придется долго ждать, чтобы собрать подходящий механизм, но когда он сделает это к удовлетворению своего собственного тщательного суждения, успех будет неоспорим. Рассудительность, как правило, важнее плодовитости; потому что человек, консультируясь с другими и изучая то, что уже было сделано, обычно может получить достаточно подсказок, но если его суждение о цели расплывчатое, высочайшее изобилие интеллекта - всего лишь ловушка ".

Суждения переходят в Новые Области.

По мере того как прикладная наука поднимается на все более высокие уровни, многие вопросы, которые когда-то были предметом суждений, становятся предметом оценки, часто точной. Столетие назад формы кораблей определялись исключительно прозорливостью; сегодня, как мы видели в этой книге, такие формы имеют определенные одобренные типы, каждый из которых приспособлен к конкретным потребностям, и предусмотрительный проектировщик никогда не отступал от них, за исключением небольших и тщательно выверенных вариаций. Такие примеры можно привести из многих других областей, где наука и промышленность объединяют свои усилия, особенно в каждой отрасли современной инженерии. Новая электростанция, каждая деталь ее монтажа, настолько стандартизирована, что компетентный коллектив монтажников из любой части цивилизованного мира может легко собрать ее вместе. Его конструкторы от начала до конца стремились упростить эксплуатацию, а каждая рабочая деталь - быть "надежной". В случае аварии любой элемент конструкции, сломанный или вышедший из строя, может быть немедленно доставлен строителями.

Все это не означает, что наука в своем поступательном движении устраняет необходимость в суждениях, просто это суждение постоянно переходит на территорию, совершенно новую. Изобретая газовые двигатели нового принципа, комбинируя химические вещества для новой экономии освещения, способность суждения проникает в области, значительно более широкие, чем те, из которых она ушла, поскольку ее приближения уступили место точным измерениям. Ручное мастерство в последнее время претерпело аналогичные изменения в сфере применения. Многие современные станки выполняют забивание молотком, штамповку, клепку более эффективно и быстро, чем человеческие руки, так что здесь

оператор с небольшими навыками заменяет механика с большими навыками. Но в другой, более высокой области ловкость никогда не была так востребована, как сегодня. При окончательной настройке вольтметра, рефрактометра, при последней полировке объектива обсерватории требуется деликатность прикосновения, по сравнению с которой ловкость старинного строгального станка или точильщика - просто неуклюжесть.

ГЛАВА XXVI
НЬЮТОН, ФАРАДЕЙ И БЕЛЛ ЗА РАБОТОЙ

Ньютон, величайший обобщитель. . . Фарадей, мастер экспериментов. . . Белл, изобретатель телефона, передает речь с помощью луча света.

Теперь, бросив беглый взгляд на наблюдение и эксперимент, на способность к обоснованному теоретизированию, представим себе двух великих мастеров исследований и изобретений, начиная с человека, объединившего в себе высочайшие способности математика, физика и обобщителя.

Как Ньютон открыл закон всемирного тяготения.

О том, как сэр Исаак Ньютон открыл закон всемирного тяготения, сэр Дэвид Брюстер рассказывает в своей книге “Жизнь": "То ли в 1665, то ли в 1666 году ум Ньютона впервые обратился к теме всемирного тяготения. Судя по всему, он покинул Кембридж незадолго до 8 августа 1665 года, когда колледж был распущен из-за чумы, и, следовательно, именно осенью того же года, а не в 1666-м, как говорят, с дерева в Вулсторпе упало яблоко, натолкнувшее Ньютона на идею всемирного тяготения. Когда он сидел один в саду и размышлял о силе притяжения, ему пришло в голову, что, поскольку та же сила, с которой яблоко падает на землю, ощутимо не уменьшается ни на самом большом расстоянии от центра земли, до которого мы можем дотянуться, ни на вершинах самых высоких шпилей, ни на вершинах самых высоких гор, она может распространяться на Луну и удерживать ее на ее орбите точно так же, как изгибается траектория камня или пушечного ядра, когда оно проецируется по прямой линии от поверхности земли. Если луна, таким образом, удерживалась на своей орбите под действием силы тяжести или, другими словами, ее притяжения, то столь же вероятно, думал он, что планеты удерживались на своих орбитах под действием силы тяготения к солнцу. Кеплер открыл великий закон движения планет, согласно которому квадраты их периодов времени равны кубам их расстояний от солнца, и, следовательно, Ньютон сделал важный вывод, что сила тяжести, или притяжения, с помощью которой планеты удерживаются на своих орбитах, изменяется пропорционально квадрату их расстояний от солнца. Зная силу притяжения на поверхности Земли, он, следовательно, был вынужден сравнить ее с силой, проявляющейся при действительном движении Луны по круговой орбите; но предположив, что расстояние Луны от земли равно шестидесяти земным полудиаметрам, он обнаружил, что сила, с помощью которой луна отклонялась от своей прямолинейной траектории за секунду, составляла всего 13,9 фута, тогда как на поверхности земли она составляла 16,1 фута за секунду. Это большое расхождение между его теорией и тем, что он тогда считал фактом, побудило его отказаться от этого предмета и продолжить другие исследования, которыми он был занят.

“Неясно, в какое время Ньютон познакомился с более точным измерением земли, выполненным Пикардом в 1670 году, и, таким образом, был вынужден возобновить свои

исследования. Метод Пикара по измерению его степени и точный результат, который он получил, были доведены до сведения Королевского общества 11 января 1672 года, а результаты его наблюдений и вычислений были опубликованы в Philosophical Transactions за 1675 год. Но каким бы ни было время, когда Ньютон познакомился с измерениями Пикара, кажется совершенно очевидным, что он не возвращался к своим прежним мыслям о Луне до 1684 года. Пембертон рассказывает нам, что ‘через несколько лет после того, как он отбросил" свои прежние мысли, письмо от доктора Гука побудило его поинтересоваться, какова реальная фигура, по которой тело, упавшее с любой высоты, опускается, принимая во внимание движение земли вокруг своей оси, и что это дало повод ему вернуться к своим прежним мыслям относительно Луны и определить, исходя из недавних измерений Пикара, что "луна, по-видимому, удерживается на своей орбите исключительно силой тяжести’. Но хотя письмо Гука от 1679 года послужило поводом для возобновления Ньютоном своих изысканий, в нем не указано время, когда он применил меры Пикара. В письме Ньютона Хейли в 1686 году он сообщает ему, что письма Гука в 1679 году были причиной того, что он "нашел метод определения цифр, который, когда я попробовал в многоточии, я отбросил вычисления, поскольку занимался другими исследованиями; и так продолжалось около пяти лет, пока, по вашей просьбе, я не разыскал документы’. Следовательно, г-н Риго считает ясным, что фигуры, на которые здесь ссылаются, были траекториями тел, на которые действовала центральная сила, и что тот же случай побудил его вернуться к своим прежним мыслям о Луне и воспользоваться мерами Пикара для исправления своих расчетов. Таким образом, в 1684 году Ньютон обнаружил, что отклонение Луны за минуту составляет шестнадцать футов, такое же, как у тел, находящихся на поверхности Земли. Говорят, что когда его расчеты подходили к концу, он был так взволнован, что вынужден был попросить друга закончить их ”.

Метод работы Майкла Фарадея.

Не имея ничего общего с математикой, кроме простой арифметики, Майкл Фарадей продемонстрировал настолько экстраординарные способности к экспериментам и обобщениям, что в этих отношениях он стоит на одном уровне с самим Ньютоном. В книге доктора Дж. Х. Гладстона "Жизнь Майкла Фарадея" нам дается его описание метода работы великого физика:

“Привычкой Фарадея было заранее тщательно продумывать предмет, над которым он работал, и планировать способ атаки. Затем, если он видел, что требуется какое-то новое устройство, он полностью описывал его производителю инструментов с чертежом, и редко случалось, чтобы при выполнении заказа возникала необходимость в каких-либо изменениях. Однако, если бы средства для эксперимента уже существовали, он дал бы Андерсону, своему помощнику, письменный список того, что ему потребуется, по крайней мере, за день до этого, поскольку Андерсона нельзя было торопить. Когда все было готово, он спускался в лабораторию, быстро оглядывался, чтобы убедиться, что все в порядке, доставал из ящика фартук и потирал руки, глядя на приготовления, сделанные для его работы. На столе не должно быть никаких инструментов, кроме тех, которые ему нужны. Когда он начинал, его лицо было чрезвычайно серьезным, и во время выполнения эксперимента все должно было быть чрезвычайно тихо; но если все шло в соответствии с его желанием, он начинал напевать мелодию, а иногда раскачивался вбок, балансируя попеременно на обеих ногах. Кроме того, он часто разговаривал со своим помощником о результате, которого он ожидал. Он убирал каждый инструмент на свое место, как только заканчивал работу или, во всяком случае, сразу после окончания рабочего дня, и без необходимости ничего не убирал с места. Ни одной бутылке не разрешалось оставаться без

надлежащей пробки; ни один открытый стакан не мог простоять ночь без бумажной крышки; на полу нельзя было оставлять мусор; по возможности следовало избегать неприятных запахов; и нельзя было допускать скрежета работающих механизмов. Кроме того, при работе он был очень осторожен и не применял больше силы, чем требовалось для достижения желаемого эффекта. Когда его эксперименты были закончены и убраны, он покидал лабораторию и продолжал думать о них наверху.

“Именно благодаря этой серии экспериментов, продолжавшейся всю жизнь, Фарадей приобрел свои знания и овладел силами природы. Редкая изобретательность его ума умело подкреплялась его мастерством манипулирования, в то время как быстрота его восприятия уравновешивалась спокойной быстротой его движений. У него действительно была страсть к экспериментам. Это просматривается в предисловии ко второму изданию его "Химических манипуляций", где он пишет: "Поскольку книга задумывалась прежде всего как учебное пособие, не было предпринято никаких попыток сделать ее приятной, иначе как сделав ее эффективной; ибо я пришел к выводу, что, если работа ясно учит тому, что она должна прививать, высокого интереса, всегда присущего хорошо поставленному или успешному эксперименту, будет достаточно, чтобы придать ей все необходимые прелести, и более чем достаточно, чтобы сделать ее ценной в глазах тех, для кого она была разработана ".

“Он едва мог пройти мимо электрометра с золотыми листьями, не заставив их разойтись внезапным взмахом его шелкового носового платка. Я также вспоминаю, как он встретил меня у входа в лекционный зал на Джермин-стрит, когда Лайон Плейфер читал первую или одну из первых лекций, когда-либо прочитанных в этом здании. ‘Давайте поднимемся сюда", - сказал он, уводя меня подальше от центрального стола. Я спросил его, почему он выбрал такое уединенное место. "О, - ответил он, - здесь мы сможем выяснить, каковы акустические качества помещения".

“Простота средств, с помощью которых он проводил свои эксперименты, часто поражала и действительно была одним из проявлений его гениальности. Хороший пример приводит сэр Фредерик Эрроу: ‘Когда электрический свет впервые был постоянно выставлен в Данденессе, 6 июня 1862 года, комитет Старших братьев, одним из которых я был, сопровождал Фарадея, чтобы наблюдать за ним. Прежде чем мы покинули Дувр, Фарадей показала мне маленькую обычную бумажную коробочку и сказала: “Я должна позаботиться об этом; это мой специальный фотометр”, — а затем, открыв ее, достала обычную женскую черную булавку для шали (возможно, гагатную или имитацию), а затем, держа ее немного подальше от свечи, показала мне изображение очень отчетливо; а затем, отложив ее немного дальше, поставила рядом с ней другую свечу, и относительное расстояние было показано размером изображения".

“Читая лекции молодежи, он с удовольствием показывал, как легко можно импровизировать с аппаратурой. Так, однажды, чтобы сконструировать электрическую машину, он перевернул табуретку на четырех ножках, которая служила подставкой, и взял белую стеклянную бутылку вместо цилиндра. В горлышко этой бутылки была вставлена пробка, а к другому концу сургучом прикреплена пробка: в пробку была вставлена ручка для вращения бутылки, а в центре пробки был деревянный стержень, на котором она вращалась; при этом из какой-то толстой проволоки он сделал костыли на двух ножках табурета для работы осей этого стеклянного цилиндра. Шелковая резинка, которую он держал в руке. Японская банка для чая, стоящая на стеклянном стакане, служила проводником, а насадкой была головка вилки для тостов. С помощью этого, по-видимому, грубого аппарата он продемонстрировал все элементарные эксперименты с электричеством большой аудитории”.

Упорядоченность и воображение Фарадея.

Фарадей, в дополнение к редчайшим способностям к экспериментам, обладал упорядоченностью ума, которая придавала максимальную эффективность его работе в каждом отделе. Его преемник, профессор Джон Тиндалл, говорит:

“Чувство порядка, присущее Фарадею, подобно светящемуся лучу, пронизывало все сделки его жизни. Самые запутанные и сложные дела складывались в его руках в гармонию. Его способ ведения счетов вызвал восхищение управляющего совета Королевского института. И его наука была упорядочена аналогичным образом. В своих экспериментальных исследованиях он нумеровал каждый параграф и соединял их различные части воедино путем постоянных ссылок. Его личные записи об Экспериментальных исследованиях, которые, к счастью, сохранились, пронумерованы аналогичным образом; их последний абзац имеет номер 16 041. Более того, его рабочие качества свидетельствовали о стойкости германца. Он был импульсивен по натуре, но за этим импульсом стояла сила, которая не позволяла ему отступить. Если в теплые моменты он принимал решение, то в холодные он делал это решение хорошим. Таким образом, его огонь был огнем твердого горючего вещества, а не газа, который вспыхивает внезапно и так же внезапно гаснет ”.

Фарадей обладал необычайной силой воображения, и когда он смотрел на кривые, по которым располагались железные опилки при постукивании по карточке, которую держали над магнитом, он видел похожие “силовые линии”, окружающие любую притягивающую массу любого вида. Другие наблюдатели сосредоточили свое внимание на том, что происходит или должно происходить в проводнике; он внимательно изучал то, что происходило вокруг проводника. Вот что было адресовано ему в письме этого замечательного физика, профессора Джеймса Клерка Максвелла из Кембриджа:

“Насколько я знаю, вы первый человек, у которого возникла идея о телах, действующих на расстоянии, приводя окружающую среду в состояние ограничения, как о принципе, в который действительно нужно верить. У нас были потоки крючков и проушин, летающих вокруг магнитов, и даже фотографии, на которых они были окружены; но нет ничего яснее вашего описания всех источников силы, поддерживающих состояние энергии во всем, что их окружает, и это состояние по своему увеличению или уменьшению измеряет работу, выполняемую любым изменением в системе. Кажется, вы видите силовые линии, огибающие препятствия и наталкивающиеся на проводники, и отклоняющиеся в определенных направлениях в кристаллах, и несущие с собой повсюду одинаковое количество притягивающей силы, распространяющейся шире или плотнее по мере того, как линии расширяются или сужаются. Вы видели, что великая тайна заключается не в том, как сходные тела отталкиваются и непохожие притягиваются, а в том, как сходные тела притягиваются под действием силы тяжести. Но если вы сможете преодолеть эту трудность, либо сделав гравитацию остатком двух электрических сил, либо просто признав это, тогда ваши силовые линии смогут ‘ткать паутину по небу’ и направлять звезды по их траекториям без какой-либо обязательной непосредственной связи с объектами их притяжения. . . .”

Как Свет становится Носителем Речи.

Майкл Фарадей, как мы видели, своими непревзойденными исследованиями заложил основы современной науки и искусства в области электротехники. В этой области сегодня нет более выдающегося изобретателя, чем профессор Александр Грэм Белл, создатель телефона, этого простейшего и важнейшего из электрических устройств.[34] Не

довольствуясь использованием провода для передачи речи электрическими волнами, профессор Белл внедрил лучи света в ту же службу. Последовательные шаги, с помощью которых он пришел к фотофону, представляют необычайный интерес. Его история, приведенная в "Трудах Американской ассоциации содействия развитию науки" за 1880 год, здесь несколько сжата:

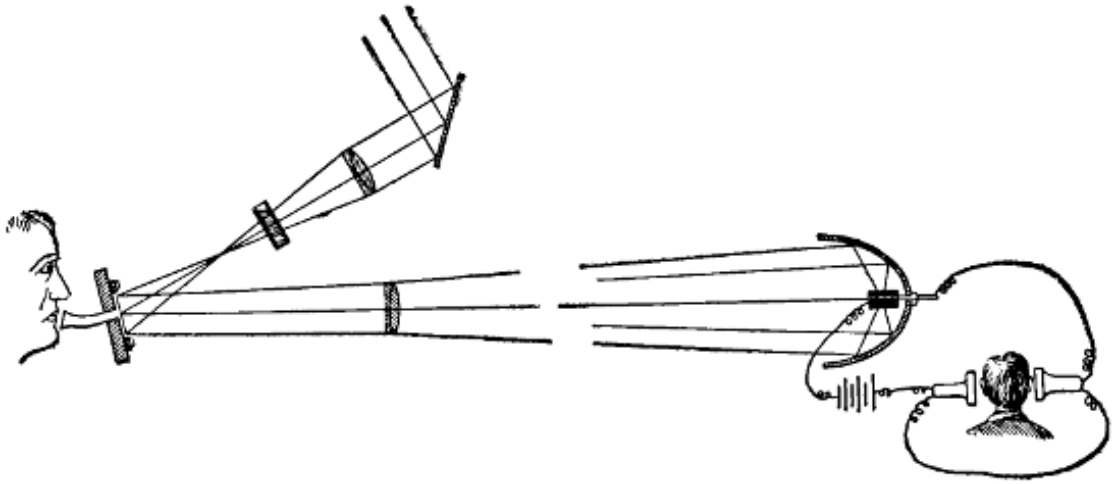
[34] Рассказ профессора Белла о том, как он изобрел телефон, приведен в “Изобретении и открытии”, одном из шести томов “Маленьких шедевров науки”, Doubleday, Page & Co., Нью-Йорк. В книге автора “Пламя, электричество и фотоаппарат”, изданной той же фирмой, есть глава, описывающая телефон в его более поздних разработках. Эта глава была переработана покойным профессором Александром Мелвиллом Беллом, отцом изобретателя.

“Представляя вам некоторые открытия мистера Самнера Тейнтера и мои, которые привели к созданию и воспроизведению звука с помощью света, позвольте мне обрисовать уровень знаний, который послужил отправной точкой наших экспериментов. Сначала я опишу селен и его применение, изобретенное предыдущими экспериментаторами; наши исследования настолько расширили класс веществ, чувствительных, подобно селену, к световым колебаниям, что эта чувствительность, по-видимому, является свойством всей материи. Мы обнаружили это свойство у золота, серебра, платины, железа, стали, латуни, меди, цинка, свинца, сурьмы, немецкого серебра, слоновой кости, целлулоида, гуттаперчи, твердой и мягкой резины, бумаги, пергамента, дерева, слюды и посеребренного стекла. Сначала углерод и стекло микроскопа казались нечувствительными; более поздние эксперименты доказали, что они не являются исключением из правил.

“Мы обнаруживаем, что когда вибрирующий луч света падает на эти вещества, они издают звуки, высота которых зависит от частоты изменения вибрации в свете. Мы также обнаруживаем, что когда мы контролируем форму или характер световых вибраций, мы контролируем качество звука и получаем все разновидности членораздельной речи. Таким образом, мы можем говорить от станции к станции везде, куда мы можем направить луч света. Селен, незаменимый в аппаратуре, был открыт Берцелиусом в 1817 году. Это металлоид, напоминающий теллур; однако они отличаются электрическими свойствами; теллур - хороший проводник, селен в его обычных формах не является проводником. Нокс в 1837 году обнаружил, что селен является проводником при плавлении; в 1851 году Хитторф показал, что он проводит в одной из своих аллотропных форм. Когда селен быстро охлаждается из расплавленного состояния, он не является проводником. В этой стекловидной форме он темно-коричневый, почти черный при отраженном свете, с чрезвычайно блестящей поверхностью; в тонких пленках он прозрачный и при проходящем свете приобретает красивый рубиново-красный цвет. Когда селен охлаждается после плавления крайне медленно, он приобретает совершенно другой внешний вид, будучи тусклого свинцового цвета, имея по всей своей структуре гранулы или кристаллы и выглядя как металл. Теперь он непрозрачен даже в очень тонких пленках. Хитторф обнаружил, что именно этот вид селена является проводником электричества при обычных температурах. Он также заметил, что его сопротивление прохождению электричества непрерывно уменьшалось при нагревании до точки плавления; и что сопротивление внезапно возросло, когда твердое вещество перешло в жидкое состояние. Ранее было обнаружено, что воздействие солнечного света ускоряет переход селена из одной аллотропной формы в другую; наблюдение, имеющее значение в свете недавних открытий.

Кардинальное открытие.

“Мистер Уиллоуби Смит, инженер, занимающийся прокладкой подводных кабелей, разработал систему проверки и сигнализации во время их погружения. Для этой системы в 1872 году ему пришло в голову, что он мог бы использовать кристаллический селен, из-за его высокого сопротивления, на береговом конце кабеля. В ходе эксперимента было обнаружено, что селен обладает всем необходимым сопротивлением; некоторые стержни демонстрировали сопротивление в 1400 мом, столько, сколько мог бы обеспечить телеграфный провод, достаточно длинный, чтобы протянуться от земли до солнца. Но оказалось, что это сопротивление чрезвычайно изменчиво; причина была раскрыта, когда мистер Мэй, ассистент, заметил, что сопротивление селена на свету меньше, чем в темноте. Это открытие вызвало широкий интерес во всем мире. Среди исследователей, которые сразу обратили свое внимание на этот предмет, был профессор У. Г. Адамс из Королевского колледжа в Лондоне, который доказал, что действие на селен в основном обусловлено светящимися лучами спектра, при этом ультракрасные и ультрафиолетовые лучи практически не оказывают эффекта. Доктор Вернер Сименс, выдающийся немецкий физик, получил разновидность селена, проводимость которого при солнечном свете в пятнадцать раз выше, чем в темноте. Эта необычайная чувствительность была достигнута нагреванием в течение нескольких часов при температуре 210 ° C с последующим чрезвычайно медленным охлаждением.



Телефоны, принимающие звуки через луч света.

Принесли телефон.

“При наблюдениях за влиянием света на проводимость селена использовался исключительно гальванометр; мне пришло в голову, что телефон, благодаря его чрезвычайной чувствительности, можно было бы с пользой заменить. Поразмыслив, я увидел, что эксперименты нельзя проводить обычным способом при непрерывном освещении по уважительной причине: закон слышимости телефона в точности аналогичен закону электрической индукции. При прохождении непрерывного и установившегося тока никакого эффекта не производится. Только в момент перехода из более сильного состояния в более слабое или, наоборот, возникает какой-либо слышимый эффект; этот эффект в точности пропорционален величине изменения тока. Следовательно, было очевидно, что телефон может реагировать на эффект, производимый в селене, только в момент перехода от света к темноте или *наоборот*, и что было бы целесообразно переключать свет с большой скоростью, чтобы вызвать последовательность изменений проводимости селена,

соответствующих по частоте музыкальным вибрациям в пределах слышимости. Ибо я часто замечал, что электрические токи, настолько слабые, что едва производили какие-либо слышимые эффекты в телефоне, когда цепь просто размыкалась и замыкалась, вызывали очень ощутимые музыкальные звуки, когда цепь быстро прерывалась; и что чем выше высота звука, тем более слышимым был его эффект. Меня очень поразила идея производить звук таким образом под действием света. Соответственно, я предложил пропускать яркий свет через одно из отверстий в перфорированном экране, состоящем из круглого диска с отверстиями по окружности. При быстром вращении диска прерывистый луч света падал на селен, и из подключенного телефона раздавался музыкальный звук, высота которого зависела от скорости вращения диска.

Необходимы вариации освещения.

При дальнейшем рассмотрении я увидел, что эффект может быть достигнут не только на предельном расстоянии, на котором селен обычно реагирует на воздействие светящегося тела, но и что это расстояние можно бесконечно увеличивать, используя параллельный луч света, так что мы можем звонить из одного места в другое без проводящего провода между передатчиком и приемником. Чтобы воплотить эту идею в жизнь, необходимо было изобрести устройство, приводимое в действие голосом говорящего, с помощью которого можно было создавать колебания в параллельном луче света, соответствующие изменениям в воздухе, производимым голосом. Поэтому я предложил пропускать свет через две пластины, перфорированные множеством маленьких отверстий. Одна из этих пластин должна была быть неподвижной, другая должна была быть прикреплена к центру диафрагмы, приводимой в действие голосом. При своих колебаниях диафрагма заставляла бы подвижную пластину скользить взад и вперед по поверхности неподвижной пластины, поочередно расширяя и сужая свободные отверстия для прохождения света. Параллельный луч, выходящий из этого устройства, мог быть принят в некотором отдаленном месте линзой, фокусирующей его на чувствительном кусочке селена, включенном в локальную цепь с телефоном и гальванической батареей. Колебания в освещении, создаваемом голосом говорящего, должны вызывать соответствующие колебания электрического сопротивления селена в удаленном месте, а телефон, подключенный к селену, должен отчетливо воспроизводить тона и артикуляции голоса говорящего. В значительной степени благодаря гению и настойчивости моего друга, мистера Самнера Тейнтера, возникшая таким образом проблема была успешно решена.

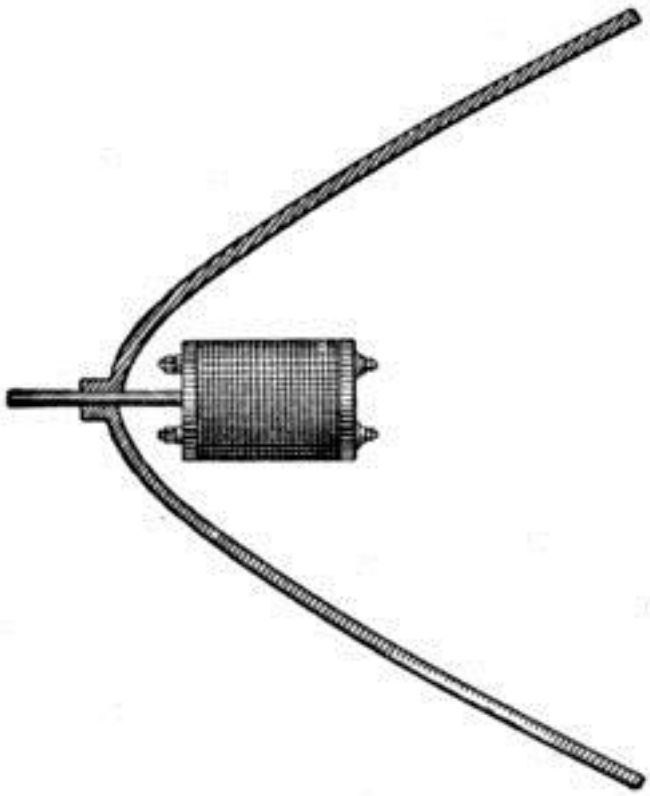
Особая обработка селена.

“Первым моментом, на который мы обратили наше внимание, было снижение стойкости кристаллического селена в допустимых пределах. Сопротивление селеновых элементов, использовавшихся бывшими экспериментаторами, исчислялось миллионами Ом; нет записей о том, чтобы сопротивление элемента составляло менее 250 000 Ом в темноте. Нам удалось создать элементы емкостью всего 300 Ом в темноте и 150 Ом на свету. Все наши предшественники, по-видимому, использовали платину для проводящей части своих элементов, за исключением Вернера Сименса, который обнаружил, что для этого подойдут железо и медь. Мы обнаружили, что латунь, несмотря на химическое воздействие селена, образует превосходный материал; более того, мы склонны полагать, что химическое взаимодействие латуни и селена способствовало снижению сопротивляемости наших клеток, поскольку между двумя веществами происходит тесное соединение. Из латуни мы изготовили множество ячеек различной формы. Одна из них (две описаны профессором Беллом) имеет цилиндрическую форму, так что ее можно использовать с вогнутым

отражателем вместо линзы. Он состоит из множества металлических дисков, разделенных слюдяными дисками немного меньшего диаметра. Промежутки между латунными дисками поверх слюды заполнены селеном, а чередующиеся латунные диски соединены металлическим способом. Селен наносится на электролизер, должным образом нагретый: затем происходит отжиг. Для этого в печь вставляется горшок с льняным маслом, стоящий на стеклянных подставках в другом таком же горшке с льняным маслом. Затем все это нагревают примерно до 214° С и выдерживают там в течение двадцати четырех часов, затем дают остыть в течение сорока-шестидесяти часов, пока не будет достигнута температура обычного воздуха.

Усовершенствованный передатчик.

“Мы разработали более пятидесяти форм фотофонических передатчиков. В одном из них (несколько других описаны профессором Беллом) луч света проходит через линзу переменного фокуса, образованную из двух листов тонкого стекла или слюды, содержащих между собой прозрачную жидкость или газ. Когда звуковые колебания передаются этому газу или жидкости, они вызывают вибрационное изменение выпуклости стеклянных поверхностей с соответствующим изменением интенсивности света, падающего на селен. Мы обнаружили, что простейшее устройство состоит из плоского зеркала из гибкого материала, такого как посеребренная слюда или стекло микроскопа, на тыльную сторону которого направлен голос говорящего.



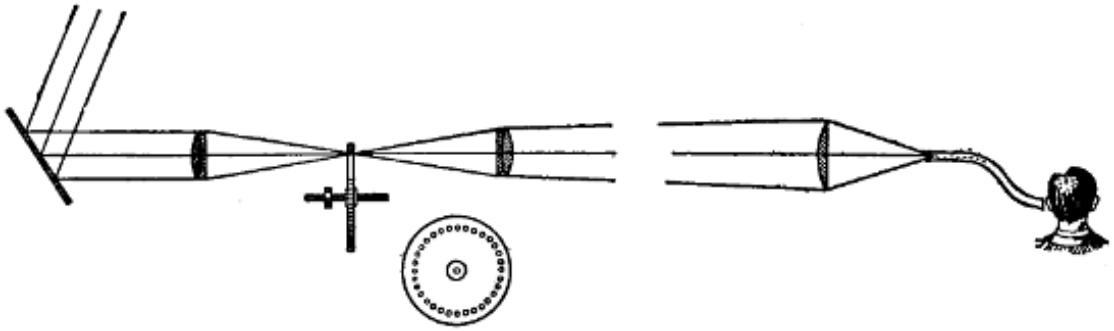
Селеновый цилиндр с отражателем.

“Было проведено большое количество испытаний этого устройства с передающими и принимающими приборами, расположенными так далеко друг от друга, что звуки не могли

быть слышны непосредственно в эфире. В недавнем эксперименте мистер Тейнтер управлял передающим прибором, установленным на крыше здания школы Франклина в Вашингтоне, округ Колумбия; приемник был установлен в окне моей лаборатории, на расстоянии 213 метров. Поднеся телефон к уху, я отчетливо услышал из подсвеченной трубки: ‘Мистер Белл, если вы слышите, что я говорю, подойдите к окну и помашите шляпой".

“Мы обнаружили, что членораздельная речь может быть воспроизведена кислородно-водородным светом и даже лучом керосиновой лампы. Самые громкие эффекты возникают при прерывании света с помощью быстро вращающегося перфорированного диска. Поскольку это устройство бесшумно, оно позволяет приблизиться к получателю, не создавая помех его сообщению.

“Мы попытались установить природу лучей, воздействующих на селен, поместив на пути прерывистого луча различные поглощающие вещества. В этих экспериментах профессор Кросс оказал нам помощь. Когда используется раствор квасцов или бисульфида углерода, громкость снижается лишь незначительно, но раствор йода в бисульфиде углерода устраняет большую часть слышимого эффекта. Даже непрозрачный лист твердой резины создает меньшие помехи.



Вращающийся перфорированный диск создает последовательность звуков из света.

Эксперименты без телефона.

“Хорошо известно, что молекулярное возмущение, возникающее в массе железа под намагничивающим воздействием прерывистого электрического тока, можно наблюдать как звук, если приложить ухо к железу в тесном контакте. Нам пришло в голову, что молекулярное возмущение, возникающее в кристаллическом селене под действием прерывистого луча света, должно быть слышно аналогичным образом без телефона или батареи. Для проверки этой теории было проведено множество экспериментов, поначалу без определенных результатов. Поведение только что упомянутой твердой резины наводило на мысль прислушаться и к ней. Это было опробовано с выдающимся результатом. Я держал лист в тесном контакте с ухом, пока луч прерывистого света фокусировался на нем через линзу. Сразу же послышалась отчетливая музыкальная нота. Другие вещества, перечисленные в начале моего выступления, теперь были последовательно опробованы в форме тонких дисков, и в каждом случае с успехом. В целом, мы считаем оправданным объявить в качестве нашего вывода, что звуки могут быть произведены под действием переменного света от веществ всех видов в форме тонких диафрагм. Причина, по которой тонкие диафрагмы более эффективны, чем массивные, по-видимому, заключается в том, что молекулярное возмущение, производимое светом, является в основном поверхностным воздействием, и что вибрация должна передаваться через массу вещества, чтобы воздействовать на ухо. Мы поднесли воздух, непосредственно соприкасающийся с освещенной поверхностью, к уху, направив световой луч внутрь трубки. Таким образом, мы

услышали от прерывистого солнечного света очень ощутимые музыкальные тона через трубки из обычной вулканизированной резины, латуни и дерева. Все это были подручные материалы в форме трубочек, и с тех пор у нас не было возможности распространить наблюдения на другие вещества. Музыкальный тон можно услышать, направив прерывистый луч света в само ухо. Этот эксперимент поначалу был неудачным из-за положения, в котором было удержано ухо".

ГЛАВА XXVII
БЕССЕМЕР, СОЗДАТЕЛЬ ДЕШЕВОЙ СТАЛИ. НОБЕЛЬ, ИЗОБРЕТАТЕЛЬ НОВЫХ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ

Бессемер - человек золотого невежества . . . Его смелость и разносторонность . . . История его сталелитейного производства, рассказанная им самим . . . Героическое мужество Нобеля в неудачах и невзгодах . . . Его, наконец, триумф . . . Превращает случайный намек в большую выгоду . ... Современные изобретатели организовались для атак нового размаха и дерзости.

Ранние достижения Бессемера.

В 1855 году Генри Бессемер начал менять облик цивилизованного мира, усовершенствовав свой процесс производства стали. История его борьбы, поражений и возможного триумфа рассказана в его автобиографии, опубликованной в Лондоне *Engineering*.[35] Издатели разрешили использовать следующие страницы из этой книги. В детстве Генри Бессемер хорошо разбирался в механике, забавляясь с токарным станком в том возрасте, когда мальчики обычно предпочитают шарики или бирки. В юности он явно проявлял изобретательские способности, явно унаследованные от своего отца, Энтони Бессемера, и, естественно, следовал линии отцовских интересов. Мистер Бессемер-старший изготовил модель особой прочности; это качество его сын обнаружил благодаря добавлению небольшого количества олова и меди в обычный сплав. Именно в этой области легирования молодой Бессемер сделал свой следующий шаг как изобретатель, предвещая огромный подвиг, который ему предстояло совершить в свое время. Он работал гравером на роликах для тиснения бумаги; при вырезании ими глубоких линий в изгибах наблюдалась тенденция растягивать или размывать поверхность металла. После нескольких неудачных попыток он получил сплав олова и висмута, свободный от этого недостатка.

[35] "Сэр Генри Бессемер: автобиография". Офисы *Engineering*, Бедфорд-стрит, 36, Стрэнд, Лондон, 1905 г. 16 шиллингов.

Вскоре после этого внимание Бессемера было приковано к бронзовым порошкам, продаваемым по высоким ценам типографам и декораторам. Эти порошки производились вручную в Германии с помощью настолько трудоемких процессов, что их стоимость была огромной. Исследовав материал с помощью мощного микроскопа, Бессемер убедился, что может обойтись без ручного труда и получить порошок такого же качества при номинальных затратах. Его оборудование для этой цели оказалось успешным и заложило основу его состояния; не имеющее патента и работавшее в тайне в течение тридцати пяти лет, оно приносило ему огромную прибыль, необходимую для дорогостоящих экспериментов, которые он когда-либо проводил. Вполне естественно, что его слава как изобретательного человека быстро разнеслась по всему миру, и в следующий раз его таланты были

задействованы для столь необходимого усовершенствования процесса измельчения сахарного тростника. В тот момент, когда Бессемер увидел тростниковую мельницу в действии, он указал пальцем на главную причину ее расточительности. Он заметил, что тростник был зажат между двумя валиками всего на секунду - период настолько короткий, что тростник сразу же снова расширился и впитал в себя много сока. Он немедленно сконструировал пресс, почти по тому же принципу, что и гидравлический пресс, который подвергал тростник сильному давлению в течение двух с половиной минут, пока из волокон не вытекла каждая капля сока, что почти вдвое увеличивало производительность старого оборудования. Успехом в выполнении этой задачи Бессемер объявляет себя обязанным золотому невежеству. Он говорит: “У меня было огромное преимущество перед многими другими, занимающимися рассматриваемой проблемой, поскольку у меня не было фиксированных идей, полученных из давно сложившейся практики, которые контролировали бы и смещали мой разум, и я не страдал от слишком общей веры в то, что все, что есть, правильно. Следовательно, я мог, не сдерживаясь, твердо взглянуть вопросу в лицо, взвесить без предубеждения или предвзятых представлений все ”за" и "против" и бесстрашно двинуться в абсолютно новом направлении, если сочту это желательным ".

Но в его случае невежество в одной области соединилось со знаниями во многих других областях, и там он нашел оружие, с помощью которого преодолел старую трудность в квартале, на который никогда раньше не нападал. Он продолжает: “Первая связка тростника, которую я когда-либо видел, не прибыла с Мадейры и за неделю до того, как я уладил в своем сознании определенные фундаментальные принципы, которые, как я полагал, должны управлять всеми попытками получить практически весь сок из тростника; но, конечно, было много обстоятельств, которые сделали необходимым изменить первоначальные принципы, касающиеся стоимости изготовления, легкости транспортировки по стране, отсутствия необходимости ремонта и тому подобного”.

Авторское право, London Stereoscopic Co.

Покойный СЭР ГЕНРИ БЕССЕМЕР
из Лондона.

Бессемеровский процесс производства стали.

Совершая величайшее усилие в своей жизни, Бессемер снова считал себя обязанным своему невежеству, тому факту, что его ум не был изношен рутиной и неряшливостью.

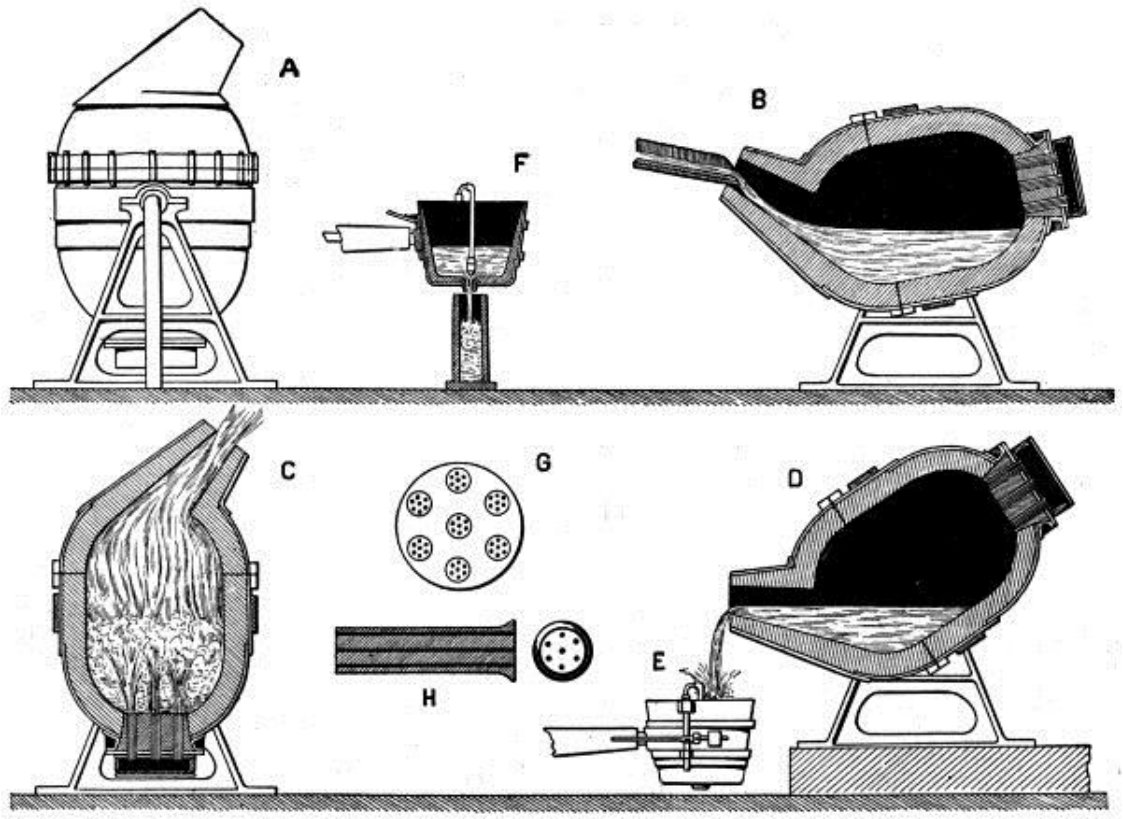
Ссылаясь на свою попытку сделать дешевый металл прочнее чугуна для пушек, он говорит: “Мои познания в металлургии железа были в то время очень ограниченными и состояли только из таких фактов, которые инженер обязательно должен соблюдать в литейном или кузнечном цехе; но это было в некотором смысле преимуществом для меня, поскольку мне нечему было разучиваться. Мой разум был открыт и свободен для получения любых новых впечатлений, без необходимости бороться с предубеждениями, которые в большей или меньшей степени создает рутинная практика на протяжении всей жизни ”.

Теперь проявляется гениальность этого человека, демонстрирующая, что если бы его мозг не был занят эмпирическими правилами, он был бы переполнен оригинальными и здравыми идеями. Далее он говорит: “Небольшое размышление, подкрепленное большим практическим знанием меди и ее сплавов, заставило меня отвергнуть все это с самого начала и рассматривать железо или некоторые его комбинации как единственный материал, подходящий для изготовления тяжелых боеприпасов”. Захватывающий интерес представляет история великого изобретателя о том, как шаг за шагом он пришел к своему окончательному успеху. Пересказав свои предварительные эксперименты в попытке удалить углерод из чугуна, чтобы получить ковкий чугун и сталь, он говорит:

“По возвращении с оружейно-литейного завода в Рюэле я возобновил свои эксперименты с мартеновской печью, когда несколько кусков чугуна на одной стороне ванны привлекли мое внимание тем, что не расплавились при сильном нагреве печи, и я пустил еще немного воздуха через жаровню с намерением усилить горение. При повторном открытии дверцы печи с интервалом в полчаса эти два куска поросенка все еще оставались неплавлеными. Затем я взял железный прут с намерением опустить их в ванну, когда обнаружил, что это всего лишь оболочки из обезуглероженного железа, что показало, что только атмосферный воздух способен полностью обезуглероживать серый чугун и превращать его в ковкое железо без образования лужи или каких-либо других манипуляций. Таким образом, моим мыслям было придано новое направление, и после должного обдумывания я пришел к убеждению, что если бы воздух мог войти в контакт с достаточно обширной поверхностью расплавленного сырого железа, он быстро превратил бы его в ковкое железо. Не теряя времени, я изготовил несколько тиглей из огнеупорной глины с куполообразными перфорированными крышками, а также несколько выдувных трубок из огнеупорной глины, которые я присоединил к трехфутовой однодюймовой газовой трубе, противоположный конец которой был прикреплен куском резиновой трубки к неподвижной выдувной трубе. Это эластичное соединение позволяло легко вводить продувочную трубу в тигель и извлекать ее из него, который, по сути, образовывал конвертер. Около десяти фунтов расплавленного серого чугуна наполовину заполнили тигель, и было обнаружено, что тридцатиминутная выдувка превращает этот металл в мягкое ковкое железо. Здесь был продемонстрирован, по крайней мере, один важный факт, а именно, полное обезуглероживание расплавленного чугуна-сырца без каких-либо манипуляций, *но не без топлива*, поскольку, если бы в воздушной печи не поддерживалась очень высокая температура все время, пока продолжалась эта тихая тридцатиминутная выдувка, это привело бы к затвердеванию металла в тигле задолго до того, как было произведено полное науглероживание. Отсюда возник важнейший вопрос: может ли быть произведено достаточное внутреннее тепло при подаче атмосферного воздуха для сохранения текучести металла до тех пор, пока он полностью не науглероживается в сосуде, не нагреваемом снаружи? Я решил попробовать это без промедления и установил увеличенный гидроцилиндр в сочетании с двигателем мощностью 20 лошадиных сил, который у меня был ежедневно в работе. Я также соорудил обычную литейную куполку, способную выплавить полтонны чугуна. Затем возник вопрос о наилучшей форме и размере экспериментального конвертера. У меня было очень мало

данных, которыми я мог бы руководствоваться в этом, поскольку тигельный преобразователь был скрыт от посторонних глаз в печи во время продувки. Однако я обнаружил, что в процессе производства образовался шлак, который вытекал через отверстия в крышке. Благодаря этому я сконструировал цилиндрический преобразователь очень простой формы, около четырех футов внутренней высоты, достаточно высокий и вместительный, как я полагал, чтобы предотвратить выход чего-либо, кроме нескольких искр и нагретых газов, через центральное отверстие, проделанное в плоской верхней части сосуда для этой цели. Этот преобразователь имел шесть горизонтальных фурм, расположенных вокруг его нижней части; они были соединены шестью регулируемыми патрубками, подводящими воздух из кольцевой прямоугольной камеры, проходящей вокруг преобразователя.

После того, как все было устроено таким образом, и была включена продувка давлением 10 или 15 фунтов, в бункер, предусмотренный для этой цели на одной стороне конвертера, было загружено около семисот килограммов расплавленного чугуна. Все шло спокойно около десяти минут; искры, подобные тем, которые обычно наблюдаются при постукивании по куполу, сопровождаемые горячими газами, поднимались через отверстие в верхней части конвертера, как я и предполагал. Но вскоре после этого произошло быстрое изменение; фактически, кремний был незаметно израсходован, и кислород, соединившись затем с углеродом, выпустил вверх все увеличивающийся поток искр и объемное белое пламя. Затем последовала череда слабых взрывов, выбрасывающих высоко в воздух расплавленные шлаки и брызги металла, и аппарат превратился в настоящий вулкан в состоянии активного извержения. Никто не мог подойти к конвертеру, чтобы отключить дутье, и некоторым низким, плоским, покрытым цинком крышам, находившимся поблизости, грозила опасность загореться от падающего на них ливня раскаленного вещества. Все это стало для меня откровением, поскольку я никоим образом не ожидал таких бурных результатов. Однако еще через десять минут извержение прекратилось, пламя погасло, и процесс был завершен. При заливке конвертера в неглубокую форму или ковш и формовании металла в слиток было обнаружено, что это полностью обезуглероженный ковкий чугун. Таковы были условия, при которых первая шихта чугуна была переработана в сосуде, не нагреваемом огнем ни внутри, ни снаружи”.



Первый бессемеровский конвертер и ковш.
А, внешний выступ. Б, вертикальный разрез при заливке металла. С, во время продувки. F, E, ковш с выпускным клапаном внизу. H, tuyères. G, дно с фурмами.
Из книги “Сэр Генри Бессемер: автобиография”, с разрешения *Engineering*, Лондон.

Повествование продолжается подробностями дальнейших виртуозных экспериментов, пока новый процесс не позволил получать стали превосходного качества, содержащие любую желаемую долю углерода, по цене всего шесть-семь фунтов стерлингов за тонну по сравнению с пятьюдесятью-шестьюдесятью фунтами стерлингов методами, которые Бессемер выложил на полку. Его предшественники выплавляли от сорока до пятидесяти фунтов стали за раз в маленьких тиглях, он выплавлял пять тонн за двадцать минут. В своем великолепном упрощении Бессемер одним махом отбросил длинный ряд неприятных процессов, которые долгое время считались такими же неизбежными, как зимние холода. Он покончил с выплавкой чугуна, прокаткой, резкой и штабелированием прутков, а также с нагревательной печью. С момента основания бессемеровской мануфактуры и по настоящее время ее основной продукцией были рельсы для железных дорог. За эту единственную услугу долг Бессемера превосходит все расчеты, поскольку его сталь по крайней мере в шесть раз долговечнее чугуна, который она заменила. Рельс, проложенный на станции Крю в 1863 году, весом двадцать фунтов на ярд, был перевернут в 1866 году и поднят в 1875 году; было подсчитано, что по нему прошло 72 000 000 тонн, в то время как наибольший износ его стоек составлял всего 0,85 дюйма.

Бессемер не сразу добился успеха в практическом применении своего процесса. Британский чугун, с которым он имел дело, изобиловал фосфором - элементом, который он не мог вытеснить и который делал его стали некачественными. Только когда, наконец, он получил чистый чугун из Швеции, он смог поставлять на рынок чистый, мягкий ковкий чугун и стали различной степени твердости. В продолжении, полном интереса, он описывает

хитроумные средства, с помощью которых он заработал солидное состояние на своем великом изобретении, поскольку Бессемер обладал замечательными деловыми способностями, а также изобретательским гением. Его работа на производстве стали вынудила его пренебречь своими приспособлениями для производства листового стекла, которыми, несмотря на их достоинства, также пренебрегали производители листового стекла. Он замечает: “Простой факт заключается в том, что изобретение нужно лелеять, как мать лелеет своего ребенка, иначе оно неизбежно погибнет”.

Универсальность Бессемера.

Будучи далек от того, чтобы концентрировать свой разум на одной проблеме, игнорируя все остальные, Бессемер получал удовольствие от проведения самых разнообразных экспериментов, особенно перед тем, как его поглотили обязанности по производству стали. В стеклоделии он внес несколько заметных улучшений. Он рассказывает нам: “Осматривая стекольный завод, я заметил то, что в тот момент считал большой оплошностью в способе производства. Использованные материалы, а именно песок, известь и сода в установленных количествах, были сложены кучами на мощеном полу теплицы, и рабочий начал сгребать их в одну большую кучу, переворачивая порошкообразные материалы и смешивая их вместе; определенное количество оксида марганца было добавлено во время общей операции смешивания с целью нейтрализации зеленого цвета, придаваемого стеклу небольшим количеством оксида железа, содержащегося в песке. Затем материалы были брошены в большие стеклянные горшки, которые уже были раскалены докрасна внутри печи. Чего, как мне показалось, не хватало в этой черновой операции, так это гораздо более тщательного смешивания этих сухих материалов. Песчинка, лежащая сама по себе, не поддается плавлению при самой высокой температуре, какой только можно достичь в стеклянной посуде, и то же самое можно сказать о маленьком кусочке извести; но и то, и другое растворимо в щелочи, если она находится в пределах их досягаемости. Эти сухие порошки не перемещаются в стеклянной посуде и не ищут друг друга, и если они лежат отдельно, время, необходимое для перехода целого в состояние раствора, будет в значительной степени зависеть от их взаимного контакта. В таких вопросах я всегда рассуждаю по аналогии и ищу подтверждения своим взглядам в других производствах или процессах, с которыми я, возможно, более или менее знаком. Здесь я могу заметить, что я всегда придерживался иного прочтения старой пословицы ‘Мало знаний - опасная вещь’; это действительно может быть правдой, если ваши знания одинаково малы по всем предметам; но я обнаружил, что небольшие знания по очень многим различным вещам бесконечно полезны для меня. С ранней юности у меня было сильное желание узнать что-нибудь обо всех без исключения разнообразных производствах, к которым я смог получить доступ, и я всегда испытывал своего рода раздражение всякий раз, когда затрагивался какой-либо вопрос, связанный с производством, о котором я абсолютно ничего не знал. Результатом этого чувства, в течение многих лет воздействовавшего на мощную память, стало то, что я действительно познакомился с этим опасным немногим из множества промышленных процессов. Я был вынужден сказать это для того, чтобы проиллюстрировать свои наблюдения о крайней медленности плавления стекла аналогией с изготовлением пороха. Я показал, что сухие порошкообразные материалы, используемые при производстве стекла, не могут вступать в химическую реакцию друг с другом, когда они расположены далеко друг от друга. Теперь, если я возьму три вещества, древесный уголь, селитру и серу, из которых состоит порох, и разломаю их на мелкие кусочки, затем неплотно встряхну их вместе, и высыплю фунт или два этой смеси на каменный пол и поднесу спичку, селитра быстро зашипит, сера будет гореть прерывисто или погаснет, а древесного угля хватит на несколько минут, прежде чем он погаснет. Если вместо этой грубой и несовершенной смеси мы

возьмем на себя труд растереть эти ингредиенты под краевыми камнями в тонкую пасту с водой, а затем высушить и измельчить в гранулы, у нас по-прежнему останутся те химические элементы, которые мы воспламенили на каменном полу; но теперь они находятся в таком тесном контакте, что мгновенно воздействуют друг на друга, и тонна или две этих, в остальном медленно горящих, материалов превратятся в газ за долю секунды. Вывод был достаточно прост, а именно: измельчить вместе материалы, необходимые для получения стекла, и когда тепло печи достигнет точки, где происходит разложение, все это перейдет в жидкое состояние гораздо быстрее и даст гораздо более однородное стекло, чем получается обычным способом ”.

Улучшает высыхание масел.

Однажды Бессемер посетил работы своих друзей, лондонской фирмы "Хейворд и компания", производителей красок и лаков. Он был поражен расточительностью и несовершенством освященного веками процесса сушки масел в железном котле на открытом огне; грубый метод всегда сопряжен с опасностью и нередко приводит к полной потере нагретого масла. Когда он прогуливался по работам, ему в голову пришел гораздо лучший план, который он сразу же воплотил в эскизе. Его идеи были воплощены на практике его друзьями с неизменной выгодой. Вместо небольшого заряда в два или три галлона, разогреваемого на открытом огне, он предложил заливать пятьдесят или шестьдесят галлонов в резервуар, на дне которого была труба, заканчивающаяся большой розой. К этой трубе был подсоединен змеевик, который можно было нагреть до любой желаемой температуры, и воздух можно было пропускать через этот змеевик, выходя через розетку в масло. Таким образом, можно было поддерживать точную степень нагрева и завершить процесс уверенно и безопасно, без отходов и, прежде всего, без обесцвечивания масла. Этот метод, доведенный до дополнительной степени окисления, является основой обширной индустрии производства линолеума по всему миру.

Альфред Нобель и его взрывчатые вещества.

Именно в попытках придать оружию новую прочность сэр Генри Бессемер вступил на путь, позволивший ему производить сталь с ненамного большей стоимостью, чем чугун. Альфред Нобель добился отличия и состояния, снабдив оружие взрывчатыми веществами новой мощности. Как и в случае с сэром Генри Бессемером, его таланты в гораздо большей степени послужили миру, чем войне. Подсчитано, что во время Гражданской войны 1861-65 годов в Соединенных Штатах гражданскими инженерами, железнодорожниками, горнорудными предприятиями и разработчиками карьеров было использовано больше взрывчатых веществ, чем на поле боя. Главным из этих взрывчатых веществ был порох; нитроглицерин, хотя и был хорошо известен, в то время практически не пользовался признанием по уважительным причинам. О том, как были преодолены его недостатки, рассказывает мистер Генри де Мозенталь в статье об Альфреде Нобеле в журнале "Девятнадцатый век", Лондон, октябрь 1898 года. С любезного разрешения редактора эта статья приведена здесь в свободном доступе.

Нитроглицерин, открытый Собреро в 1847 году, получают путем обработки глицерина смесью азотной и серной кислот; он ядовит, очень чувствителен к ударам и наиболее опасен в обращении. Будучи жидким, он стекает в трещины породы при заливке в скважину, и его необходимо тщательно удерживать, поскольку он может взорваться при воспламенении с помощью простого предохранителя. Нобель попытался преодолеть эти недостатки, сначала смешав жидкость с порохом, а затем добавив жидкости, которые сделали ее невзрывоопасной, чтобы ее можно было безопасно транспортировать, причем добавленную

жидкость удаляли непосредственно перед использованием; он также предложил поместить ее в трубку, имеющую форму сквозного отверстия, и воспламенить с помощью небольшого порохового патрона или капсюля-воспламенителя. Но все это не помогало, и несчастные случаи происходили так часто, что использование масла для струйной обработки было запрещено в Бельгии, Швеции, а позже и в Англии. Судно с несколькими ящиками, отправленное из Гамбурга в Чили, было взорвано, и это событие вызвало такую сенсацию, что казалось, что использование нитроглицерина будет запрещено во всем мире. Однако тем временем Нобель решил проблему его безопасного использования, и в конце 1866 года он изобрел состав, который назвал динамитом, полученный путем смешивания нитроглицеринового масла с пористым абсорбирующим материалом, превращая его таким образом в пасту. Экспериментально доказано, что динамит сравнительно нечувствителен к удару током; он сгорает при воспламенении и может быть должным образом взорван только с помощью мощного детонатора, прикрепленного к концу запала и вставленного в пластиковую взрывчатку.

Изобретение динамита знаменует собой эпоху в истории цивилизации. Оценивая уровень культуры того или иного народа, мы в значительной степени руководствуемся видом построенных им дорог и водных путей, а также легкостью, с которой они добывали металлы и применяли их в искусстве. Римляне построили отличные ровные дороги, но в горах они могли прокладывать только узкие и очень крутые тропинки. Каналы и вырубки проводились с большими жертвами и трудом, и только там, где почва была мягкой. Так, Светоний утверждает, что для того, чтобы проложить просеку длиной около трех миль для осушения Фучинского озера, император Клавдий нанял 30 000 человек на одиннадцать лет. В шестнадцатом веке строительство дорог и добыча полезных ископаемых были едва ли более развиты. Потребовалось 150 лет, закончившихся 1685 годом, чтобы проложить пять миль галереи в горах Гарц. Хотя взрывные работы с порохом восходят к семнадцатому веку, он вошел в широкое употребление примерно до середины восемнадцатого века, когда общий кубатур, добываемых в Великобритании, составлял немногим больше, чем в настоящее время большая железнодорожная перерезка. Использование пороха дало большой толчок горному делу и общественным работам, но только с появлением железных дорог и необходимостью прокладки линий на небольших уклонах взрывные работы превратились в науку. Появление динамита, втрое более мощного, чем порох, и гораздо более надежного, произвело полную революцию в этой науке, сделало возможным выполнение гигантских инженерных работ нашего времени и привело к тому поразительному развитию горнодобывающей промышленности мира, свидетелями которого мы являемся с 1870 года.

Нобелевская премия получена случайно.

Динамит состоит на двадцать пять процентов из инертного вещества в качестве абсорбента. для такой большой доли невзрывающегося вещества Нобель искал активную замену. Он подумал, что это может быть вещество, которое растворяется в нитроглицерине с образованием однородной пасты. Теперь проведем проницательный эксперимент с жидкостью, случайно попавшей ему в руки. Экспериментируя в поисках такого материала, он однажды порезал палец и послал за небольшим количеством коллодия для создания искусственной кожи для защиты раны; использовав для этой цели несколько капель, ему пришло в голову добавить остаток в нитроглицерин, и таким образом он открыл взрывоопасный глицерин, который он запатентовал в декабре 1875 года. Коллодий получают путем растворения пушечной ваты в летучем растворителе, смеси эфира и спирта, и Нобель предположил, что полученное таким образом вязкое вещество следует смешать с нитроглицерином так, чтобы образовалось желе. При дальнейшем эксперименте от желе

отказались, и желатин для взбивания был приготовлен, как и сейчас, путем нагревания нитроглицерина и добавления примерно восьми процентов. из оружейной ваты, которая, как оказалось, растворима в нитроглицерине. Новое взрывчатое вещество, вдвое слабее динамита, было слишком сильным, чтобы его можно было применить к любому, кроме самого твердого камня. Нобель, однако, обнаружил, как смягчить его действие, и желатиновый динамит и гелигнит были изготовлены путем добавления селитры и древесной муки к взрывчатому желатину меньшей консистенции, чем тот, который использовался без такой добавки. Взрывчатый желатин использовался в больших количествах при прокладке туннеля Сен-Готард, где порода была настолько твердой, что без него невозможно было выполнить ни одну удовлетворительную работу. С тех пор использование желатиновых взрывчатых веществ все больше и больше расширялось, и в некоторых странах они полностью вытеснили динамит.

Нобель изобрел бездымный порох.

Бездымный порох, изобретенный Нобелем, был основан на его открытии того, что с помощью нагретых валков он мог соединять с нитроглицерином очень высокий процент растворимой нитроцеллюлозы, или пушечной ваты, которую его фабрики использовали при производстве желатина для струйной обработки. Взрывчатый желатин, модифицированный с помощью замедляющих веществ, был испытан в ружьях и привел к их разрыву. Нобель обнаружил, что при увеличении содержания нитрованного хлопка его содержание увеличилось с восьми до примерно пятидесяти процентов. он получил порох, пригодный для огнестрельного оружия. Прогресс в конструировании оружия, и особенно внедрение скорострельных ружей, сделали необходимым наличие бездымного пороха, в то время как более высокие скорости, требующие более прямой траектории полета снарядов, могли быть достигнуты с помощью нового оружия, выдерживающего высокое давление. В поисках такого пороха Нобель усовершенствовал несколько методов регулирования давления в оружии и изменения отдачи. Именно в начале 1888 года он изобрел свой хорошо известный бездымный порох, или баллистит. Его открытие, что два самых мощных взрывчатых вещества, нитроглицерин и оружейный хлопок, при смешивании примерно в равных пропорциях образуют медленно горящий порошок, движущее вещество с давлением, превышающим сопротивление современного оружия, вызвало изумление в технических кругах. Нобель представил свой порох Британскому комитету по взрывчатым веществам, который установил, что вместо использования разновидности оружейной ваты, растворимой в нитроглицерине с помощью тепла, можно использовать нерастворимый вид при условии добавления вспомогательного растворителя; и что производство может вестись при более низких температурах, чем те, которые необходимы для производства других взрывчатых веществ. Полученным таким образом порошком был кордит, и его они рекомендовали принять на вооружение.

Нобель, Слабый Физически, был Силен Умом и Волей.

Физически слабый, нервный, возбудимый и исключительно чувствительный, Нобель был наделен сильной волей, безграничной энергией и удивительным упорством; он не боялся опасности и никогда не пасовал перед невзгодами. Многие бы пали жертвой постигших его несчастий, но череда почти непреодолимых трудностей, взрыв его фабрики, вызвавший всеобщий испуг перед смертоносным комплексом, который он производил, потеря его младшего брата, к которому он был преданно привязан, последовавший за этим паралич его отца и горе и тревога его матери не могли удержать его от достижения своей цели. Его безрассудство часто граничило с безрассудством, как, например, однажды, когда он

направлялся на работы своего отца в Санкт-Петербург и, не найдя лодки, которая перевезла бы его через реку, он переплыл на противоположный берег Невы. Сосуществование импульсивной смелости с чувствительной робостью было поразительной чертой его характера. Он часто собственными руками демонстрировал ценность и безопасность своих взрывчатых веществ, хотя был особенно восприимчив к головным болям, вызванным попаданием нитроглицерина на кожу; эти головные боли поражали его настолько сильно, что ему часто приходилось ложиться на землю в шахте или карьере, в которых он проводил эксперименты. Однажды, когда из большой бочки не удалось извлечь немного динамита, он забрался в нее и выковырял взрывчатку ножом. Можно было бы рассказать много других случаев бесстрашия, которое он проявил, когда успех его изобретения полностью зависел от его демонстрации его безопасности, которая в те дни еще не была полностью доказана.

Нобель умер в 1896 году в возрасте 63 лет; передав наследство родственникам и друзьям, он оставил около 12 000 000 долларов, доход от которых ежегодно делился на пятые части, каждая пятая часть присуждалась за наиболее важное открытие или усовершенствование в химии, физике, физиологии или медицине, а также за произведение в области литературы наивысшего уровня в идеальном смысле. При распределении этих призов никакие соображения национальной принадлежности не превалируют.

Организованное изобретение.

В наши дни карьера изобретателя приобретает новый размах. Если его идеи здравы, бедность не должна быть препятствием для его успеха. Сегодня человек с доказанными способностями, у которого появляется идея создания новой машины, двигателя или технологического процесса, может выбрать одну из крупных фирм, заинтересованных в той области, в которую он хотел бы попасть. Затем его планы обсуждаются компетентными критиками; если в его предложениях содержится ошибочность, на это указывают; если его цели, хотя и выполнимые, окажутся невыгодными, их строго оставляют в покое. Возможно, по сути своей его схемы хороши, но нуждаются в модификации; это должным образом предусмотрено. Вместо того чтобы работать в полном одиночестве в сумерках или темноте, изобретатель теперь приступает к экспериментам с помощью тщательно подобранных помощников, располагая накопленной информацией о том, что другие делали в том же направлении как дома, так и за рубежом.

Когда изобретателем является Эдисон, столь же выдающийся по исполнительным способностям, как и по творческой мощи, именно он организует, как генерал, силы, которые проверяют его идеи и совершенствуют те из них, которые доказывают свою состоятельность. Пусть Эдисон вообразит новую аккумуляторную батарею; он немедленно наберет корпус химиков и металлургов, инженеров и механиков и заставит их заняться преодолением трудностей его поисков - механических, химических, электрических. Что, если его математика не идет дальше арифметики, разве магистры математических наук не должны заниматься на умеренных условиях в каждом университетском городке? Его личное владение карандашом далеко от умения профессиональных чертежников, которые за разумную зарплату быстро и точно выполнят планы и надстройки. Его сотрудники, связанные с ним любовью и гордостью, как стальными крюками, являются пальцами его рук, позволяющими одерживать победы, которых ни он один, ни его люди сами по себе никогда не смогли бы добиться.

Только благодаря организованным способностям, непоколебимой вере в конечный успех и накопленному капиталу паровая турбина стала соперником паровой машины Уатта. Огромная сумма, затраченная за девять лет, потребовалась для совершенствования его

тонкого и требовательного механизма. Однажды молодой инженер увидел, как он уносится с большой скоростью; имея в виду эффективность газового двигателя, он спросил: “Почему бы не приводить турбину в движение газом, а не паром?” Он поделился своей идеей с ведущим производственным концерном; она была одобрена, и теперь этот молодой изобретатель борется с трудностями, немалыми и незначительными, которые стоят на пути создания эффективной газовой турбины.

Отличные комбинации Создают новые возможности.

В наши последние дни всеохватность крупных отраслей промышленности, огромный масштаб, в котором они ведут свой бизнес, открывают новые двери для изобретательности. Деревенскому кузнецу достаточно хорошо служат мехи ручной выдувки; на сталелитейном заводе Homestead выдувное оборудование было разработано лучшими инженерами Америки. Когда годовой доход треста или даже отдельной компании достигает десятков миллионов долларов, стоит оценить, насколько вредна влага при дутье, и перенять тщательно разработанные планы мистера Джеймса Гейли по осушке воздуха перед отправкой его в печь. Возьмем пример того, как Американская сталелитейная компания спланировала каждую деталь между шахтой и заводом. У каждого озерного перевозчика огромных размеров трюм так изогнут, что автоматические раковины-моллюски поднимают по десять тонн руды при каждом спуске, при этом лопата не используется. Суда и доки врезаются друг в друга. Длина вагонов, когда грузовой поезд стоит на своем пути, соответствует расстоянию между одним пароходным подъемником и следующим. Аналогичным образом каждое звено в цепи сконструировано таким образом, чтобы экономить каждый возможный фут-фунт энергии, каждый ненужный момент времени. Капитал, который всегда дешевле рабочей силы, расходуется обеими руками, и ни в каком направлении не расходуется так щедро, как при привлечении к работе изобретателя экономичных устройств и его брата-близнеца, организатора, которые рассматривают всю отрасль как единый механизм, подлежащий сокращению до наименьших затрат на эксплуатацию и наивысшей конечной эффективности.

Командная работа в области исследований и изобретений.

В 1904 году компания General Electric в Скенектади, штат Нью-Йорк, усовершенствовала для Центральной железной дороги Нью-Йорка и реки Гудзон электровоз, который будет использоваться для обслуживания пассажиров между Нью-Йорком и Кротоном. Этот локомотив, намного превосходящий все, что когда-либо прежде передвигалось на колесах, был создан советом локомотивостроителей, электриков, инженеров и механиков. Некоторые из планов, которые они с успехом приняли, в прошлом потерпели неудачу. Каждый двигатель был сделан неотъемлемой частью оси, которую он вращает, - простота конструкции, которая никогда ранее не оказывалась осуществимой. Обычно электродвигатель имеет много магнитных полюсов; двигатели в этом локомотиве имеют каждый только по два полюса.

Во многом в том же направлении эта компания постоянно экспериментирует с целью удешевления и улучшения электрического освещения. Каждая нить накала, каждый светящийся стержень или пара, как только что изобретенные, тестируются и модифицируются самой опытной группой исследователей, какая только существует в мире, со всеми преимуществами ежедневных совещаний и взаимной помощи.

Групповая атака.

В таких областях, как удешевление света и движущей силы, использование электричества, производство металлов, казалось бы, день исследователя-одиночки или изобретателя подходит к концу. Сегодня человек с оригинальными идеями, сочетающий в себе способности, необычайную ловкость, редкую визуальную точность, объединяется со своими сверстниками для групповой атаки на многогранную проблему, где ресурсы каждого человека найдут свое особое применение. В неустанном труде за верстаком и токарным станком, за муфелем и пробиркой один эксперимент следует за другим, и все они должным образом сравниваются, разумно варьируются и совершенствуются, насколько это можно предположить. Таким образом, барьеры, воздвигнутые крайней специализацией, преодолены, каждый работник дополняет недостатки своих товарищей, и все берутся за руки, чтобы взять штурмом цитадель, которая может вечно противостоять одиночным атакам.

ГЛАВА XXVIII
СЖАТЫЙ ВОЗДУХ

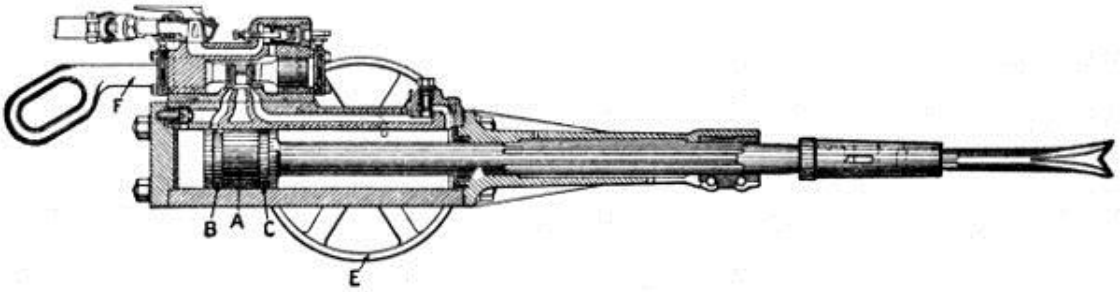
Помощь шахтеру, каменотесу и скульптору. . . Привод для насосов. . . Гравирует стекло и очищает отливки. . . Пыль и грязь удаляются выпуском воздуха. . . Воздушные тормоза и сигналы Westinghouse.

Некоторые недавние заслуживающие внимания достижения в области изобретений были достигнуты благодаря сотрудничеству многих работников, однако не по таким направлениям определенной групповой атаки, как только что было отмечено. Среди этих достижений могут быть выбраны для быстрого изучения применения сжатого воздуха, простого и железобетона, экономии электроэнергии и топлива для любых используемых целей. Давайте начнем со сжатого воздуха.

Сжатый воздух. Фактически холодный пар для приведения в действие молотков, сверл и кирки.

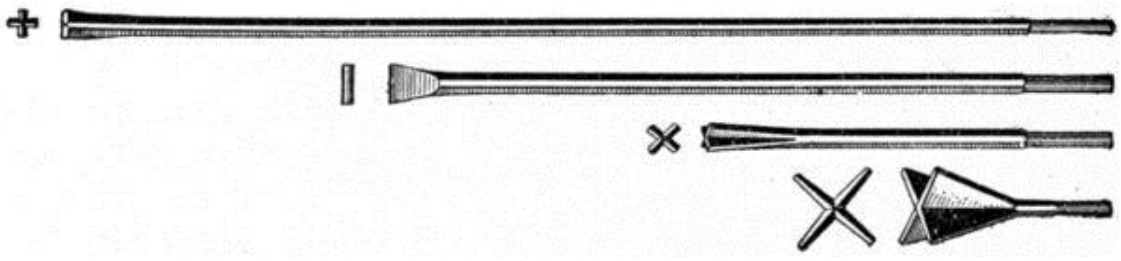
Молотки, дрели и кирки, работающие с помощью ударных, являются одними из наиболее эффективных инструментов. Они могут быть присоединены к паровому поршню, как молотки Nasmyth и обычные карьерные буры, что дает гораздо более дешевый продукт, чем ручной труд. Во многих местах, где невозможно использовать пар таким прямым и наиболее экономичным способом, лучше всего использовать сжатый воздух, который работает почти так же, как пар, так что двигатель или дрель без изменения конструкции могут приводиться в действие той или иной движущей силой по желанию. Сжатый воздух, в отличие от пара, может транспортироваться на большие расстояния без конденсации; в герметичных приемниках он может храниться без каких-либо потерь сколь угодно долго и использоваться в шахтах и туннелях, где нагрев пара был бы помехой или где электричество было бы небезопасно. Кроме того, электрические дрели и фрезы могут повредить изоляцию в результате рабочих ударов, а также из-за окружающего песка или стружки. В шахтах после взрыва пороха постоянный ток из главной трубы быстро освежает воздух; прохладный, чистый ветерок из выхлопной трубы в любое время является желанным подспорьем для вентиляции. Пар, один из главных слуг промышленности, необходимо поддерживать и

использовать горячим. Когда его энергия используется для сжатия воздуха, мы имеем в своем распоряжении вещество, обладающее всеми рабочими качествами пара, без необходимости поддерживать его в тепле. Поскольку сжатый воздух работает при обычных температурах, мы можем представить себе, что это, по сути, холодный пар.



Новый угольный резак Ingersoll.
F, цапфа. B, C, поршневые кольца. A, поршень. E, колесо.

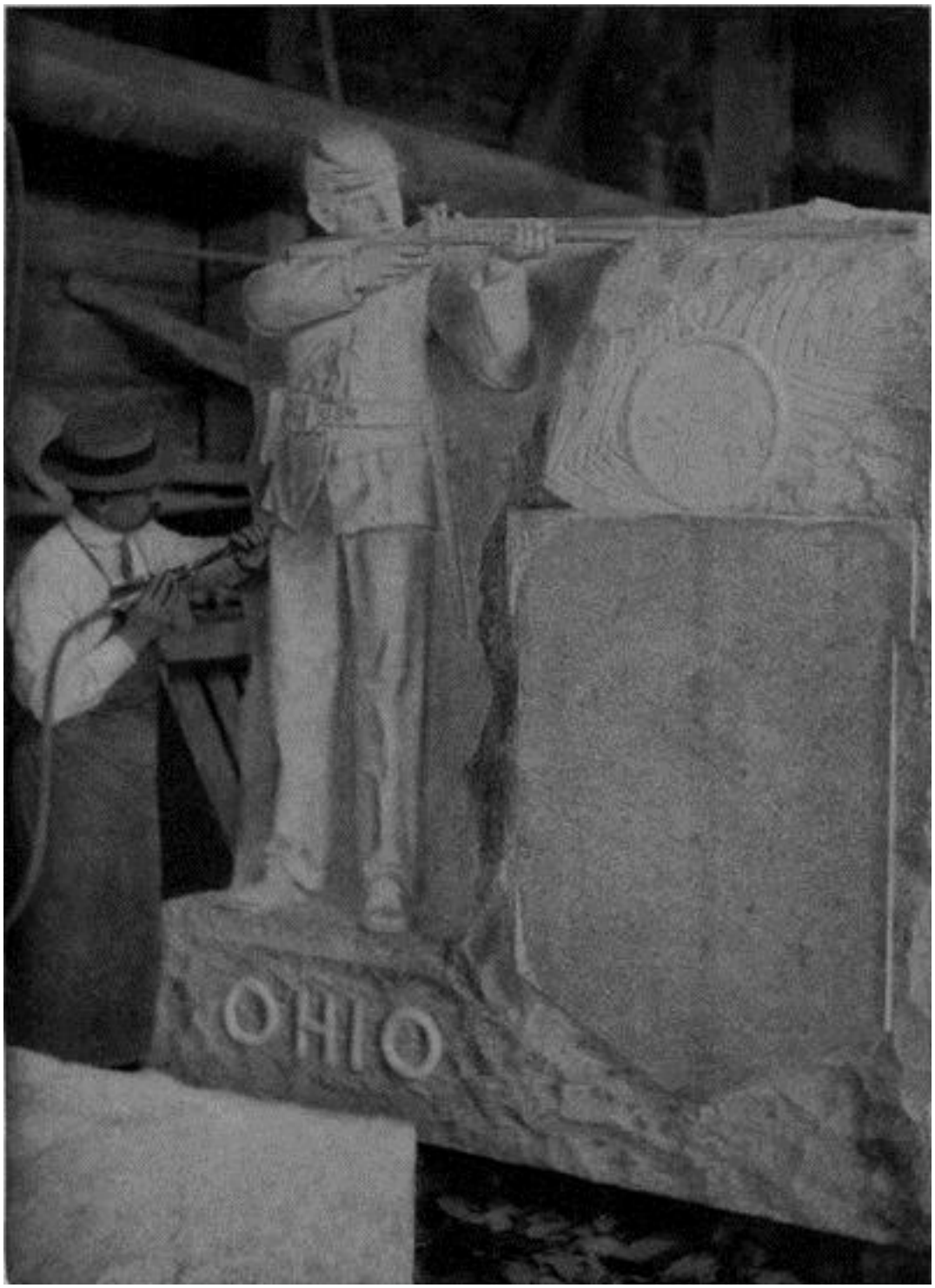
Увеличенная иллюстрация (68 кБ)



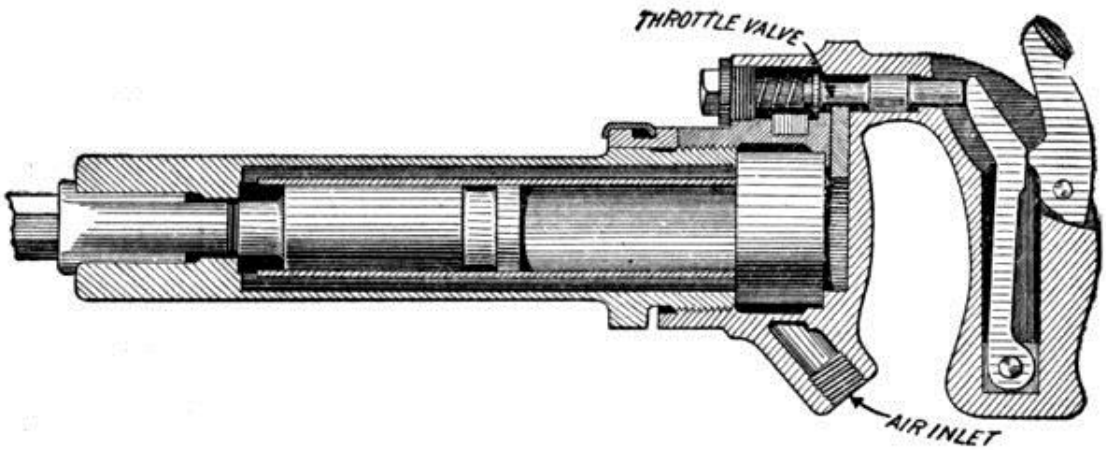
Сверлильные стали.

В последние годы фрезы, приводимые в движение сжатым воздухом, получили широкое распространение на угольных шахтах Соединенных Штатов. Резак весом в десять фунтов, за которым закреплен воздух весом в семьдесят пять фунтов, наносит удар от 160 до 250 раз в минуту, начиная с пола и создавая такую же слабину, как при умелом обращении с ручной киркой. Другие инструменты, в большом разнообразии, приводимые в действие таким же образом, требуют только умения руководить, а не тяжелой мускульной работы. Пневматические дрели используются в шахтах, колодцах, туннелях и скальных фундаментах; по желанию механизм приводит в действие молоток вместо дрели. Пневматические клепальщики строят корабли и мосты, а также скрепляют между собой сравнительно небольшие пластины котлов и топок. С небольшим изменением формы у нас есть инструмент для конопатки котлов, цистерн и кораблей. Легкие и прочные пневматические молотки произвели революцию в искусстве огранки камня, сила удара регулируется прикосновением. Пневматические отбойные молотки бывают двух видов: бесклапанные отбойные молотки, в которых поршень является отбойным молотком, открывающим и закрывающим впускную и выпускную части; и клапанные отбойные молотки, в которых имеется отдельный подвижный клапан. Молотки без клапанов всегда имеют короткий ход и используются в основном для конопатки и откалывания. Некоторые из них производят до 250 ударов в минуту. Клапанные молотки движутся не с такой высокой скоростью, редко превышая тридцать пять ударов в минуту, но каждый удар сравнительно продолжителен и требует усилий при клепке и подобных тяжелых работах. В молотке Келлера клапан перемещается продольно вместе со стволом молотка и в одном направлении с поршнем молотка, а не в противоположном направлении, как это обычно бывает. Таким образом, удар способствует более прочной посадке клапана, вместо того чтобы сотрясать его. Другим

результатом является эффективная работа инструмента даже при частом ослаблении клапана. Этот молоток производится компанией Philadelphia Pneumatic Tool Co., Филадельфия.



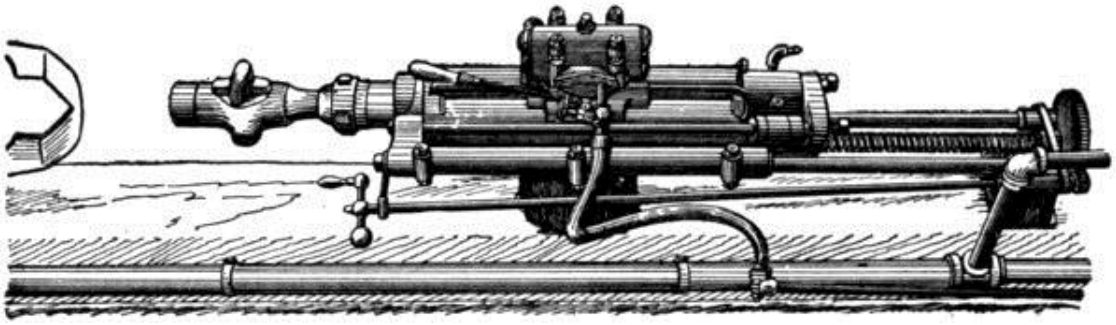
СКУЛЬПТОР ЗА РАБОТОЙ ПНЕВМАТИЧЕСКИМ ДОЛОТОМ,
компания Hughes Granite and Marble Co., Клайд, Огайо.



Пневматический молоток Haeseler.
Ingersoll-Rand Co., Нью-Йорк.

Интересно узнать от мистера У. Л. Сондерса из Нью-Йорка, как появились только что рассмотренные пневматические инструменты. Он говорит: —

“Мистеру Маккою принадлежит заслуга первого применения пневматических инструментов для тяжелых работ, таких как колка металлов, конопатка котлов, резка камня и так далее. Однако он не был автором широкой идеи, поскольку задолго до того, как он усовершенствовал инструмент для тяжелой работы, он использовался в качестве зубного пломбира, устройства, в котором сжатый воздух подается в цилиндр так, что поршень ударяется о конец трамбовочного инструмента, используемого для введения золота в полости зубов ”.

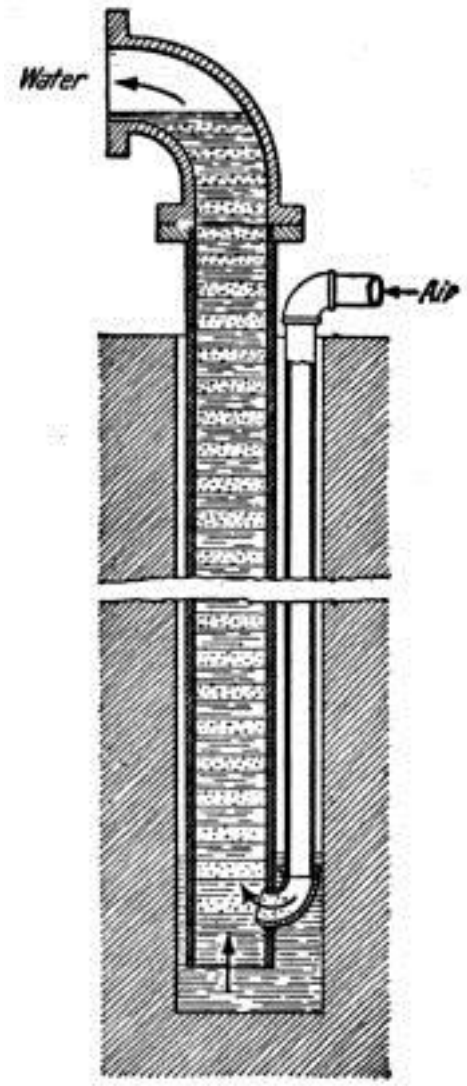


Бур, используемый в качестве кузнечного молота.
Ingersoll-Rand Co., Нью-Йорк.

В некоторых случаях бур может служить кузнечным молотком. Бур, отсоединенный от треноги, крепится к вертикальной опоре. Таран, должным образом снабженный сжатым воздухом, закрепляется над наковальней, на которую он опускается чаще, хотя и с меньшей силой, чем паровой молот. Перфоратор также может служить для забивки отбойных болтов в балки кессонов. Эта задача, выполняемая обычными кувалдами, является медленной и дорогостоящей, в то время как при использовании сжатого воздуха в качестве вспомогательного средства капитальные работы выполняются с гораздо меньшими затратами. Дрель снабжена ручками, чтобы с ней могли легко управляться два человека, которые помещают наковальню загнутым концом на головку забиваемого болта. Пневматическая энергия делает все остальное.

Маленький гигантский станок для сверления по дереву.
Chicago Pneumatic Tool Co.

При значительно увеличенных размерах пневматический поршень становится трамбовщиком для формовочного песка, для дорог и тротуаров, для утрамбовки железнодорожного полотна. В литейных цехах формовщик снабжен небольшим просеивателем песка, приводимым в движение сжатым воздухом; теперь он может постоянно пользоваться лопатой, так что выполняет в пять раз больше работы, чем раньше. Малые и большие подъемники приводятся в действие одним и тем же органом; в каждом случае механизм настолько прост, что выдерживает грубое использование и при необходимости легко поддается ремонту. Если трещотка, собачка, подшипник изнашиваются, можно купить новый за небольшую плату и сразу же установить на место. Конструкторы выпускали как вращающиеся, так и возвратно-поступательные пневматические инструменты; отличным примером является сверло по дереву.



Вода поднимается сжатым воздухом.

Иногда стоит использовать сжатый воздух просто в качестве обдува, чтобы уберечь фрезу от стружки; при холодном обдуве, как это обычно бывает, фрезер может вращаться еще быстрее.

Сжатый воздух может делать многое другое, помимо приведения в движение поршней знакомого типа. В одном замечательном устройстве он вообще вывел поршни из строя.

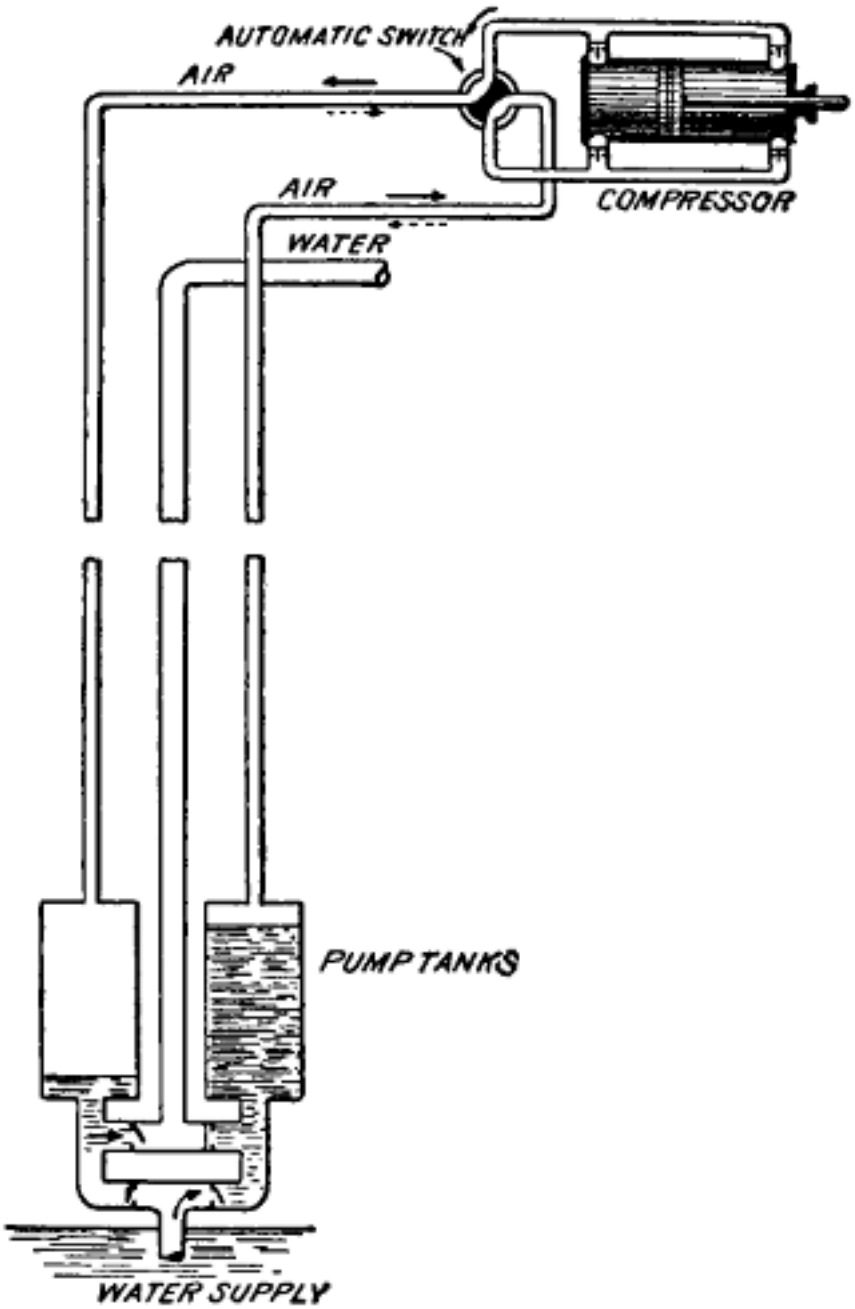
Воздушныелифты.

Наполните стакан водой до краев, возьмите соломинку и опустите ее на дно стакана, дуя как можно сильнее. Вода сразу же переливается через край, потому что вытесняется поднимающимися пузырьками воздуха. Вместо стакана возьмите длинную вертикальную трубу, наполненную водой, направьте к ее основанию сжатый воздух соответствующего давления, и у вас получится эрлифт Pohle, который доставляет воду в водохранилища Форт-Мэдисона, Айова, Диксона, Иллинойс, Эсбери-Парка, Нью-Джерси, и многих других городов и деревень. В меньших масштабах эрлифт поднимает воду из тысяч колодцев, рек и озер. На борту судна он перемещает водяной балласт из одного отсека в другой, чтобы придать судну желаемый дифферент или наклон. На химических предприятиях он поднимает жидкости, настолько агрессивные, что никакой другой подъемник невозможен. У него нет клапанов или других движущихся частей, которые можно было бы вывести из строя или повредить в случае

попадания песка или грязи, так что это капитальный дренажный насос; таким образом, после службы он может доставлять сточные воды на фермы и тщательно распределять их. Для обеспечения достаточной эффективности эрлифта требуется, чтобы вертикальная труба на две трети длины была погружена ниже поверхности поднимаемой жидкости.

Жидкости, поднимаемые расширяющимся воздухом.

Для нефтяных скважин глубиной 2000 и более футов используется не такой простой подъемник. К нефти опускается сравнительно большая труба. Его основание образует ресивер, который по желанию может быть закрыт со стороны земли, затем через небольшую внутреннюю трубку сжатый воздух достигает масла и выталкивает его целиком на поверхность земли. Насос Harris с высокой эффективностью поднимает масло, воду или другие жидкости: он позволяет сжатому воздуху после использования расширяться; это помогает приводить в действие компрессор; затем этот расширенный воздух еще раз сильно сжимается, и так постоянно.



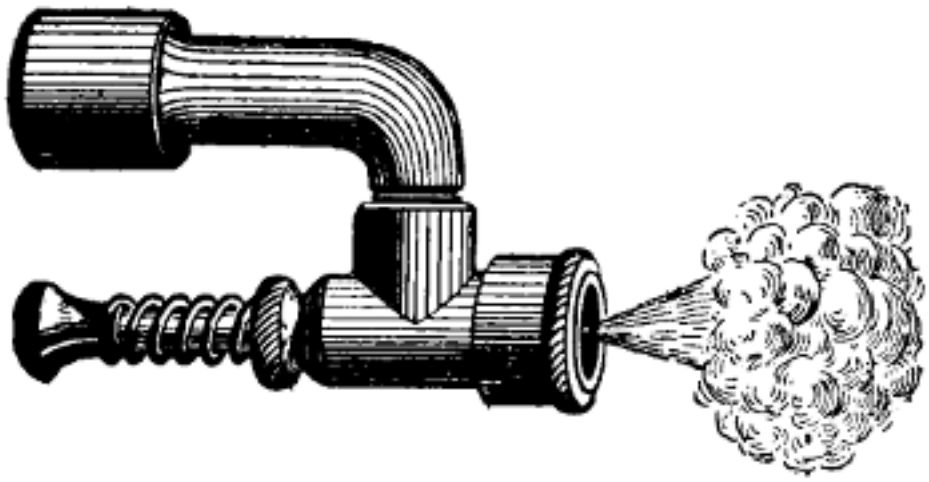
Система откачки сжатого воздуха Harris, показан переключатель. Компания Pneumatic Engineering Co., Нью-Йорк.

Мастер на все руки.

Сжатый воздух легко перемещает жидкости в виде масс; он так же легко перемещает их в виде частиц. На женском туалетном столике обычно есть распылитель. Его резиновый шарик при резком сжатии выделяет тонкую струйку парфюма, когда быстрый порыв воздуха превращает каплю жидкости в брызги. Увеличьте это устройство, и у вас получится машина для окраски грузовых и легковых автомобилей, заборов и хозяйственных построек. При ударе с силой снаряда пигмент проникает дальше, чем при нанесении вручную, достигая щелей, которые не поддаются расчесыванию кистью. По тому же принципу опрыскиватель Hook распыляет бордосскую смесь на листву фруктового сада или распыляет раствор карболовой кислоты на полы, стены и потолки больницы или палаты для больных. Увеличьте мощность такого дутья, и вы сможете поднимать, сушить и аэрировать зерно или поднимать стружку из угольной кучи в печь, а затем выгружать золу по мере ее осыпания с колосниковой решетки. Там, где участки воды песчаные и илистые, сжатый воздух прочищает канал, поднимая отложения на дне.

Удаление пыли и загрязнений.

Воздушный компрессор, работающий в обратном направлении, представляет собой вытяжное устройство, подобное тому, которое мы находим за деньги в универмагах. Мощная тяга этого устройства, часто втягивающая в трубы большие куски бумаги или картона, привела к изобретению средства удаления пыли и грязи, достойного восхищения по своей тщательности. Приемник, имеющий форму, соответствующую его специальной задаче, пропускается над картинами и их рамами, обивкой мебели, коврами или голыми полами, и по гибкой трубке, прикрепленной к его ручке, пыль и грязь попадают в резервуар, где они улавливаются водой для надлежащего удаления. Обычное подметание метлой, обычное использование метелки из перьев или струи сжатого воздуха, но поднимают пыль и грязь для вредного перераспределения. Этот метод “вакуумной” уборки полностью удаляет пыль и грязь с поразительной быстротой. Смотрите рисунок напротив страницы 164. Удивительно видеть, как фунт тонкой муки удаляется с толстого ковра за двенадцать секунд, не оставляя после себя ни одной видимой частички. Этот способ очищает ковры, не поднимая их с пола, или бильярдное полотно в том виде, в каком оно лежит на столе. Эта услуга в значительной степени способствует укреплению здоровья; чем дальше врач заходит со своим микроскопом, тем больше он убеждается в том, что пыль является одним из главных переносчиков болезней.

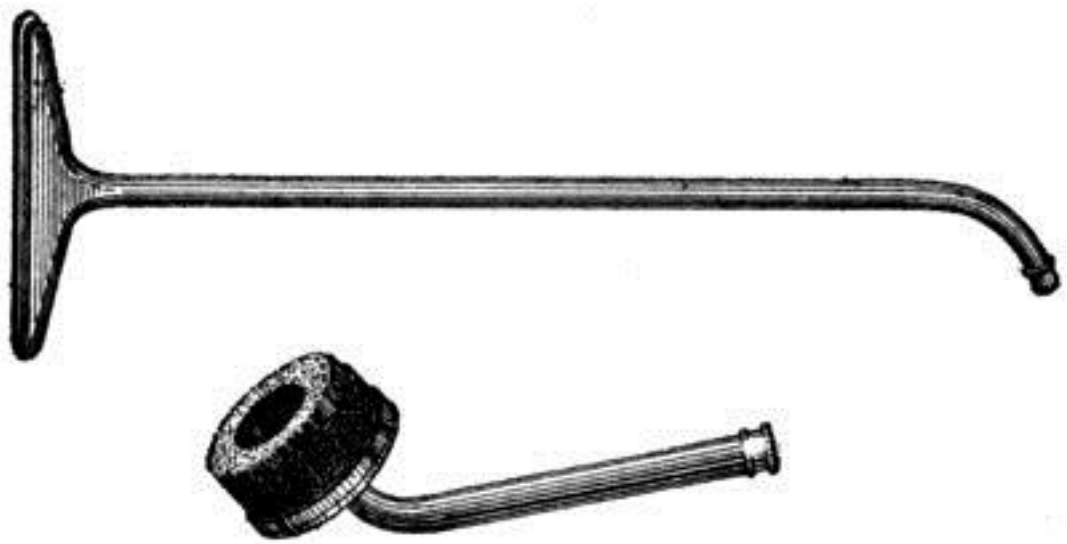


Форсунка Hardie для окраски сжатым воздухом.

При усилении ветра может подниматься не только пыль, но и песок.

пескоструйнаяобработка.

В заливе Лайелла, недалеко от Веллингтона, Новая Зеландия, и во многих других местах по всему миру находили кремни, настолько красиво и симметрично отполированные, что поначалу их считали произведениями искусства, однако ничто, кроме занесенного ветром песка, не придало им форму. Пятьдесят лет назад шары для газовых рожков покрывались инеем от горсти песка, быстро перебрасываемой из стороны в сторону в течение нескольких минут. Как ни странно, артиллерия должна была обеспечивать звено для перевозки песка на гораздо более важные работы.



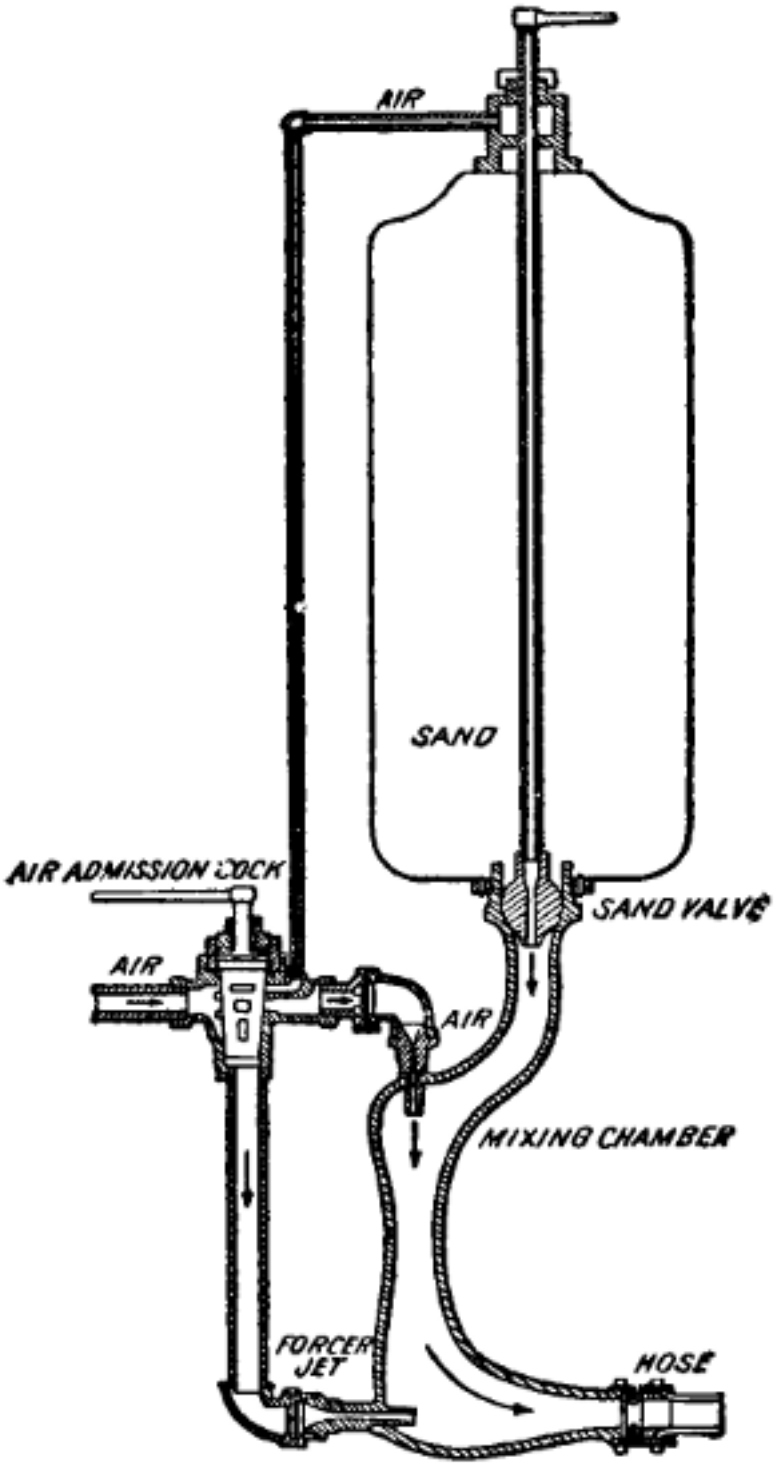
Пылесосы для восстановления ковров и мягкой мебели.

Генерал Б. К. Тилман из Филадельфии однажды заметил сильно изношенное отверстие в старой бронзовой пушке. Он был уверен, что износ произошел не столько из-за выходящих газов, сколько из-за частичек несгоревшего пороха, вылетающих при каждом выбросе, идентифицируя это истирание с шероховатостью стекол в окнах, выходящих на песчаный берег моря. В 1870 году он начал экспериментировать, выдувая струи песка вентилятором, вскоре обнаружив, что нашел дешевый и простой способ замораживания стекла, резьбы по камню и очистки отливок. Он был поражен, обнаружив, что песок легко проникает в материалы более твердые, чем он сам, такие как корунд и закаленная сталь. Сегодня пескоструйная обработка выполняет множество новых задач: восстанавливает каменные здания, которые обесцветились и покрылись грязью; очищает металлические поверхности сварщиков, гальваников, эмальеров; обновляет напильники и рашпили; удаляет накипь с котлов, краску и ржавчину со стальных мостов и других конструкций. В устройстве, изготовленном мистером К. Драклибом из Нью-Йорка, выполненном в форме паровой форсунки, используется воздух под давлением около двадцати фунтов на квадратный дюйм.

Воздушные компрессоры.

Сжатый воздух используется в настолько больших масштабах, что его экономичное производство и использование имеют большое значение. Механизм для обеих целей,

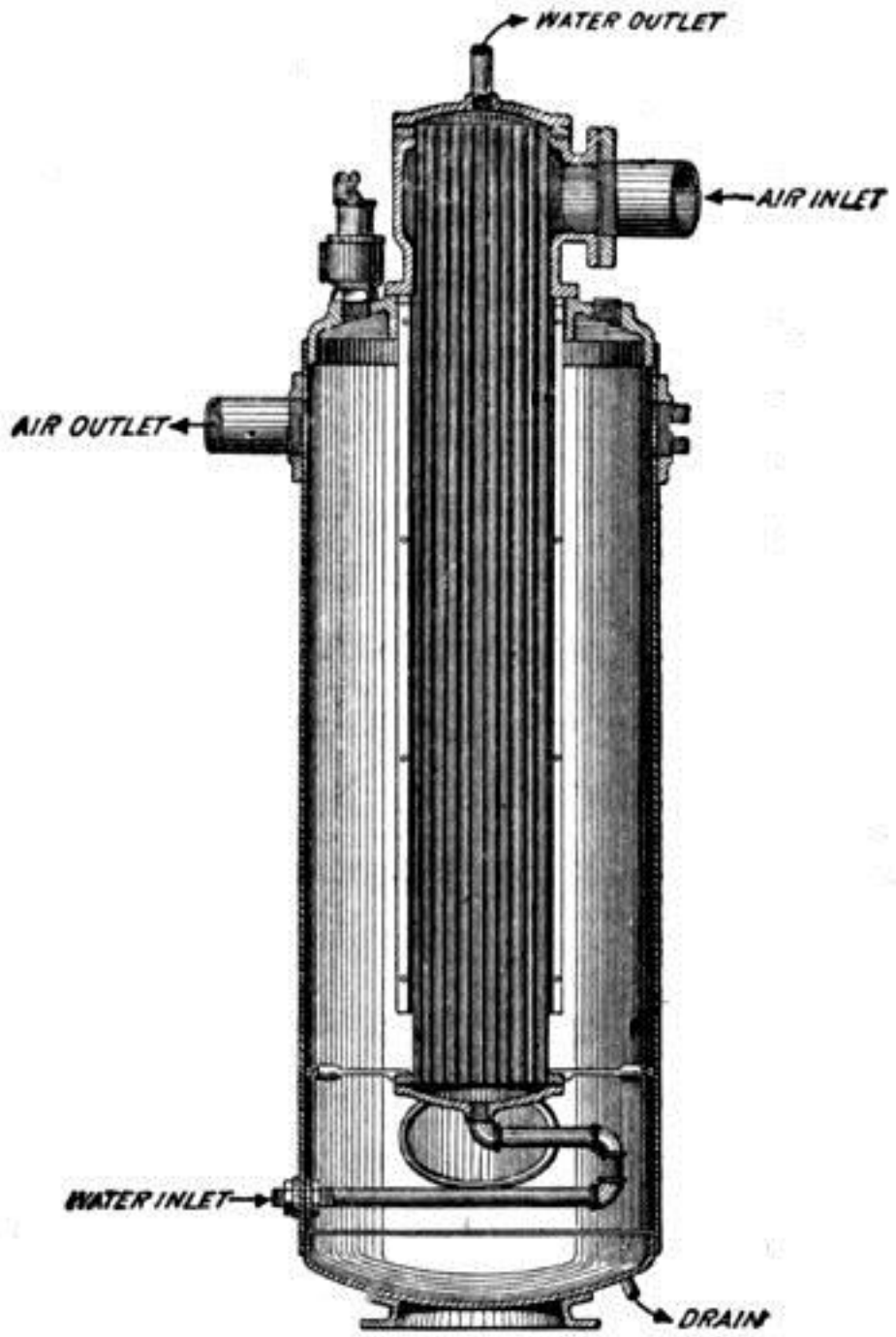
наилучшей конструкции, включает в себя несколько простых принципов. Предположим, у нас есть цилиндр длиной четырнадцать дюймов, и с помощью поршня мы нагнетаем содержащийся в нем воздух в пределах одного дюйма от его основания, так чтобы он занимал $1/14$ от его первоначального объема. Этот акт сжатия, который мы представим практически мгновенным, нагреет воздух до 613 ° по Фаренгейту, так что при 60 ° в начале операции температура воздуха в конце будет составлять 673 °. Предположим далее, что этот воздух не выделяет тепла окружающему металлу и что поршень движется без трения; если позволить сжатому воздуху расшириться, он вернет всю работу, затраченную на сжатие, и восстановит свою первоначальную температуру 60 °. Если бы air служил нам таким идеальным способом, у нас был бы агент, обладающий всеми положительными качествами steam и не имеющий ни одного из его недостатков. На практике необходимо учитывать несколько моментов, выпадающих из нашей воображаемой картины. Воздух, нагретый при сжатии, быстро нагревает окружающие массы и должен охлаждаться при отправке по отдаленным поручениям, теряя при этом большую рабочую мощность. Сам процесс сжатия замедляется: нагретый воздух обладает дополнительной эластичностью, которую преодолевает компрессор.



Пескоструйная установка с инжектором.
К. Драклиб, Нью-Йорк.

Очевидно, что инженер должен начать с подачи в компрессор как можно более холодного воздуха, а во время сжатия поддерживать температуру воздуха как можно ниже. Умеренное давление, до пятидесяти фунтов на квадратный дюйм или около того, вполне может быть достигнуто за один ход, при этом воздух, выходящий из сжимающего цилиндра, проходит по трубам, погруженным в холодную воду, и аналогичная охлаждающая струя направляется вокруг самих стенок цилиндра. Этот воздух весом в пятьдесят фунтов, должным образом охлажденный, теперь, если мы пожелаем, может быть доведен, скажем, до давления в 100 фунтов во втором цилиндре; его выход, в свою очередь, охлаждается, как и раньше, путем

подачи по трубам, омытым холодной водой. Чем тщательнее охлаждение, тем меньше влаги будет содержаться в воздухе, которая впоследствии может вызвать проблемы в виде конденсации в трубах или оборудовании. Если требуется давление выше 100 фунтов на квадратный дюйм, ко второму компрессору может быть подключен третий компрессор. В некоторых установках, где достигаются экстремальные давления, используется четырехкомпонентный аппарат; его основная экономия заключается в охлаждении воздуха на четырех отдельных этапах, что значительно сокращает объем работы, которую в противном случае пришлось бы выполнять расточительно.



Вертикальный ресивер, внутренний и внешний охладители. Ingersoll-Rand Co., Нью-Йорк.

Благодаря экономичному преобразованию энергии пара в энергию сжатого воздуха инженер отправляет своего нового слугу куда ему заблагорассудится. Давайте представим, что в миле отсюда он хочет пригнать бригаду пил. Вскоре он заметит, что выхлопная труба

очень холодная, и если сжатый воздух не был хорошо высушен при производстве, то его влага теперь будет осаждаться не просто в виде воды, а в виде инея для проверки оборудования. Это происходит потому, что температура воздуха, как и пара, падает по мере того, как он расширяется при работе; это падение измеряет тепловой эквивалент выполняемой работы. От холода, который замечает инженер, у него есть простое средство; он окружает воздуховод, поступающий в оборудование, небольшим нагревателем, питаемым коксом, углем или маслом. Сразу же исчезает весь иней, и воздух, обладающий дополнительной эластичностью, становится намного эффективнее, чем раньше. Ни с помощью какого другого средства можно сэкономить столько энергии на топливе, как с помощью этого устройства. В некоторых случаях обогреватель вырабатывал 1,25 лошадиных сил в течение часа в обмен на каждый сгоревший фунт угля.

При производстве сжатого воздуха изобретатели шаг за шагом придерживались наилучших методов работы с паром. Давно было замечено, что рабочий пар при полном расширении в одном цилиндре охлаждает сам себя, передавая свой холод стенкам цилиндра, так что они серьезно охлаждают следующую порцию пара, снижая его ценность для движущей силы. В двигателе многократного расширения, состоящем из четырех последовательных цилиндров, каждый из которых по очереди получает пар, который при тщательном закрытии кожухом поддерживается при максимально возможной температуре. Придерживаясь обратных линий, компрессор делит свою задачу на этапы, на каждом из которых можно легко добиться желаемого изменения температуры. В случае с паром это изменение заключается в добавлении тепла; в случае со сжатым воздухом оно заключается в отводе тепла.

Централизованная воздушная установка.

В тридцати милях от Кливленда, в Северном Амхерсте, штат Огайо, находится крупнейший в мире карьер по добыче песчаника. Его владельцы, компания Cleveland Stone Company, на своем первоначальном заводе использовали пар не менее чем от сорока девяти котлов, при этом все оборудование, включая дрели и швеллеры, приводилось в движение паром. В январе 1904 года он был заменен централизованной воздушной установкой, что привело к заметной экономии. В электростанции четыре водотрубных котла номинальной мощностью 257 лошадиных сил каждый приводят в действие составные компрессоры, которые подают воздух под давлением около 100 фунтов. Этот воздух, должным образом поданный по трубопроводам, подается к дрелям, швеллерам, подъемникам, насосам, пилам, точильным камням, кузнечному огню и так далее. Экономия, хорошо знакомая при электрической централизации, здесь представлена интересным образом. В течение рабочего дня нельзя терять ни минуты. Когда раздается сигнал, полное рабочее давление готово к началу работы и сохраняется до ночи. Нет колебаний давления из-за небрежного обращения с котлом; нет перекатывания бочек с углем или водой, чтобы поспевать за продвигающимися конвейерами. Некоторые из старых котлов, выведенных из эксплуатации, используются в качестве воздухоприемников, эти и другие резервуары вместе с самим трубопроводом объединяют их огромную емкость для хранения, так что в течение дня нет пиковой нагрузки. Кстати, новая установка очищает карьер от насыщенного дымом пара, который в прошлом затемнял воздух и загрязнял выработку. Топливо и рабочая сила в рамках этой системы были сокращены вдвое, когда месяц старого обслуживания сравнивался с месяцем нового. В одном случае пар используется для выработки электроэнергии за пределами основного цеха. Рядом с электростанцией находится мельница, где одиннадцать ленточных пил приводятся в движение паровым двигателем мощностью 175 лошадиных сил. Близость этого двигателя к котлам обеспечивает несколько более высокую экономию, чем при

использовании сжатого воздуха. Здесь, как и везде, инженер нанимает любого слугу, который будет выполнять хорошую работу за самую низкую плату.

Воздушные тормоза и сигналы Westinghouse.

По всей вероятности, наиболее важным применением сжатого воздуха является то, которое разработал мистер Джордж Вестингауз из Питтсбурга в своих автоматических тормозах для железных дорог. Для каждого локомотива он предусмотрел воздушный компрессор, который заполняет сам двигатель, а под каждым вагоном - резервуар со сжатым воздухом. Каждый резервуар на борту длинномерного поезда, находящегося в быстром движении, может в одно и то же мгновение нажатием машиниста привести в действие тормоза, чтобы остановить поезд в кратчайшие возможные сроки. Это изобретение сделало больше для обеспечения безопасности быстрых поездок по железной дороге, чем любое другое устройство; поэтому неудивительно, что тормоза Westinghouse используются практически повсеместно. В настоящее время они применяются для троллейбусов, которые часто требуют остановки в кратчайшие сроки. Компания Westinghouse разрабатывает и устанавливает сложные сигнальные системы, работающие на сжатом воздухе и электричестве. Все это описано и изображено в “Катехизисе воздушных тормозов” Роберта Х. Блэколла, опубликованном N. W. Henley & Co., Нью-Йорк. Эта книга постоянно выходит в новых изданиях, из которых читателю следует приобретать самые свежие.

ГЛАВА XXIX
БЕТОН И ЕГО АРМИРОВАНИЕ

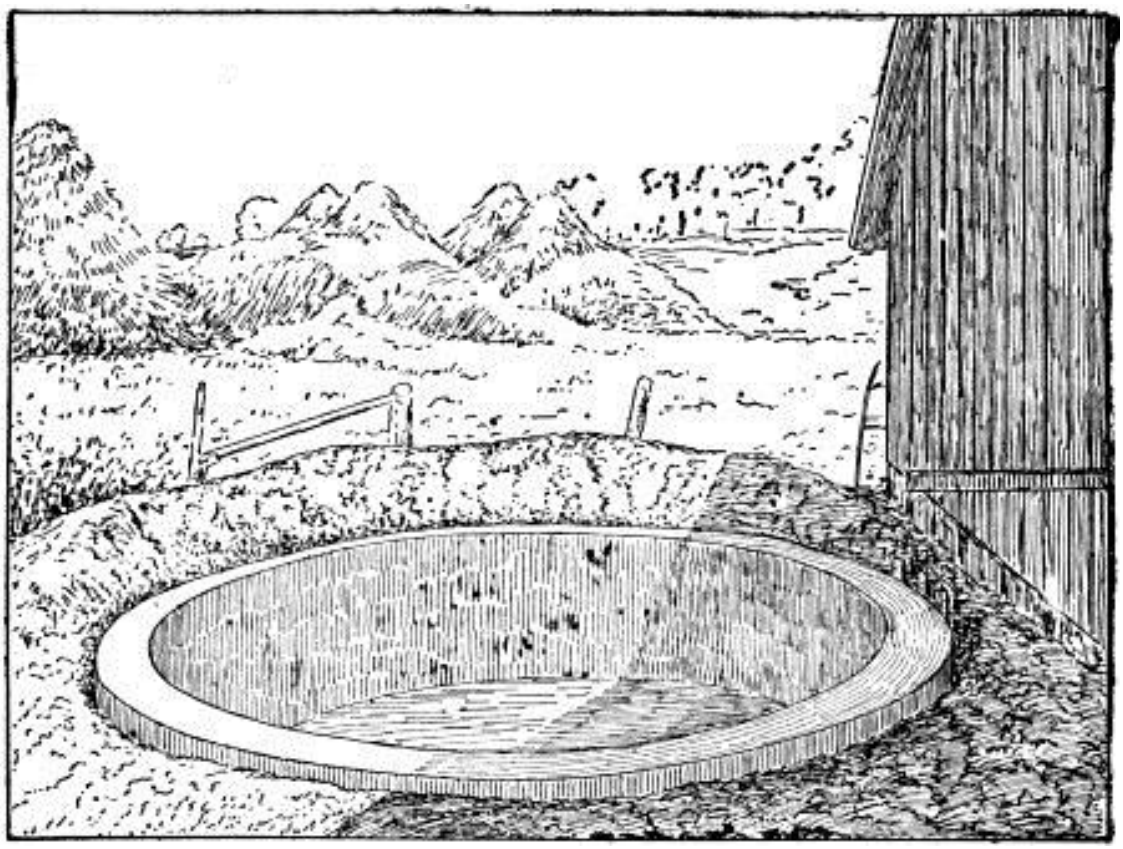
Заливать и утрамбовывать проще и дешевле, чем резать. . . Бетон для жилых помещений обеспечивает комфорт и пожарную безопасность. ... Укрепленный сталью, он строит склады, фабрики и мосты нового качества.

Камень и дерево в руках строителя требуют умения и тяжелого труда для придания им формы; задача лепки стены из влажной глины или другого полупластичного материала значительно упрощается. Давным-давно было обнаружено, что определенные смеси глины и песка, должным образом перемешанные и обожженные, становятся твердыми, как камень. Этому открытию мы обязаны, среди прочих искусств, изготовлению кирпича. При соединении кирпича с кирпичом или камня с камнем римляне использовали строительный раствор необычайной прочности. Сам по себе, при укладке понемногу, он образовывал прочную конструкцию. Тогда какому-то изобретательному строителю пришло в голову, почему бы не сэкономить строительный раствор, бросив в него гравий и кусочки битого камня? Соответственно, он воздвиг стену из того, что мы сейчас назвали бы грубым бетоном, прямым потомком которого сегодня является полупластичная масса портландцемента, песка, гравия или битого камня вместе с необходимой водой. Его использование обеспечивает легкость и свободу заливки, обеспечивая при этом конструкции со всей прочностью камня или кирпича.

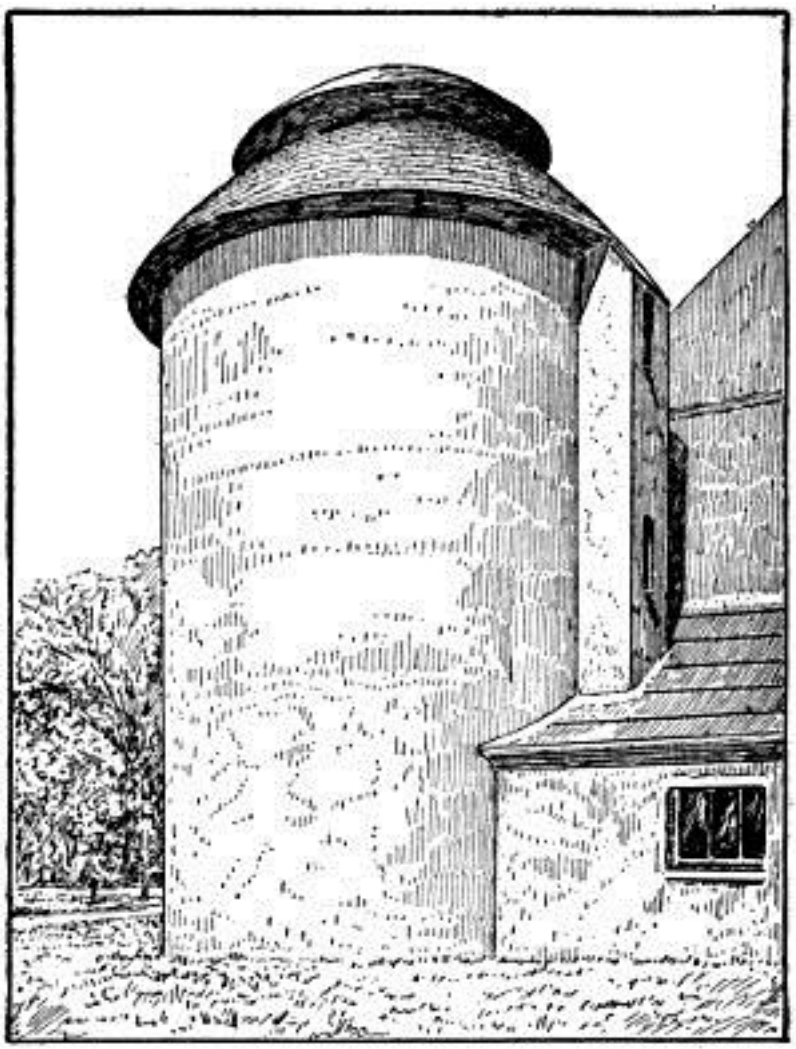
Для большей части ранних работ известь и песок смешивались для приготовления обычного раствора, в который заделывался камень или гравий. Позже было обнаружено, что вулканический пепел, такой как пепел Пуццуоли близ Неаполя, образует с известью соединение, которое противостоит воздействию воды и поэтому подходит для сооружений, подверженных воздействию влаги. В средние века бетон использовался по всей Европе, по

римскому обычаю, как для фундаментов, так и для стен. В стенах он обычно закладывался в виде сердцевины, облицованной каменной кладкой, причем в массу часто встраивались крупные камни. Примерно в 1750 году, при строительстве третьего Эддистоунского маяка, Джон Смитон обнаружил, что известняк, содержащий глину, при надлежащем обжиге, охлаждении, измельчении и смачивании, затвердевший под водой, действительно является природным цементом, под этим названием он известен до сих пор. Месторождения, пригодные для непосредственного производства природного цемента, были обнаружены в 1818 году в округах Мэдисон и Онондага, штат Нью-Йорк, Канвасом Уайтом, инженером, который в основном использовал этот цемент при строительстве канала Эри. У природного цемента есть мощный конкурент в виде портландцемента, благодаря Джозефу Аспдину из Лидса, который в 1824 году смешал гашеную известь и сильно обожженную глину. Полученный клинкер при измельчении, и только при измельчении, соединяется с водой, причем прочность соединения увеличивается с увеличением тонкости помола. Поскольку этот продукт внешне похож на портландцемент, широко используемый в Англии, ему дали название портландцемент. Сырье, пригодное для его изготовления, широко распространено по всей Северной Америке, гораздо шире, чем то, из которого можно получить натуральный цемент. Это основная причина, по которой портландцемент сейчас производится в Соединенных Штатах примерно в шесть раз больше, чем натуральный цемент.

Популярность бетона среди американских строителей росла так быстро, что в 1905 году они использовали в семь раз больше бетона, чем в 1890 году. Он получил широкое применение для покрытия тротуаров, как в Бельфонтене, штат Огайо; для волнорезов, как в Галвестоне и Чикаго; для туннелей, как в более чем четырех милях нью-Йоркского метро. Для фундамента под электростанцией компании Interborough Rapid Transit Company, Нью-Йорк, потребовалось 80 000 кубических ярдов; для строительства новой станции Пенсильванской железнодорожной компании, Нью-Йорк, используется гораздо большее количество; в свою очередь, эти цифры будут намного превышены потребностями плотины нью-Кротон для водоснабжения Нью-Йорка и плотины Уочусетт для водоснабжения Бостона.



Бетонный фундамент силоса, Бриселин, Миннесота.



Силос для бетона, фермы Гедни, Уайт-Плейнс, Нью-Йорк

Бетон уже давно используется для множества менее амбициозных целей. Много лет назад в Сен-Дени, недалеко от Парижа, из него был отлит мост небольшого пролета. Он сформировал тысячи жилых домов в фабричных и шахтерских поселках и городках, а также множество вилл красивого дизайна. Он особенно хорошо приспособлен для силосов, как здесь проиллюстрировано.[36] Вся эта экспансия старого искусства стимулировалась постоянным снижением цен на портландцемент и постоянным улучшением его качества. По мере расширения производства повышались его стандарты, его оборудование становилось более экономичным и заслуживающим доверия по результатам. В то время как стоимость бетона, таким образом, снизилась из-за падения цен на цемент, заработная плата каменщиков выросла, что стало новой причиной для строительства из бетона, поскольку для его выполнения требуется совсем немного квалифицированной рабочей силы. Преимущества бетона многообразны; он образует прочную, огнестойкую и влагостойкую структуру. Для заводов и фабрик еще одним преимуществом является то, что они образуют единое целое, которое можно было бы высечь из цельного огромного камня, поэтому вибрационные механизмы воздействуют на них гораздо меньше, чем на обычное здание. В то же время его стены и полы препятствуют звуку, способствуя тишине. Бетон должен быть честно изготовлен и использован, в противном случае, как и в случае с некачественными кирпичами, плохо уложенными, они могут развалиться от собственного веса. Кроме того,

необходимо понимать, насколько сильно бетоны различного состава различаются по прочности и долговечности. В каждом конкретном случае качество должно быть тщательно адаптировано к предъявляемым требованиям. Бетонные стены в первоначальном виде имели отталкивающее уродство; это исправляется облицовкой приятных нейтральных тонов. Напротив этой страницы показана хорошо спроектированная резиденция из бетона в Форт-Томасе, штат Кентукки.

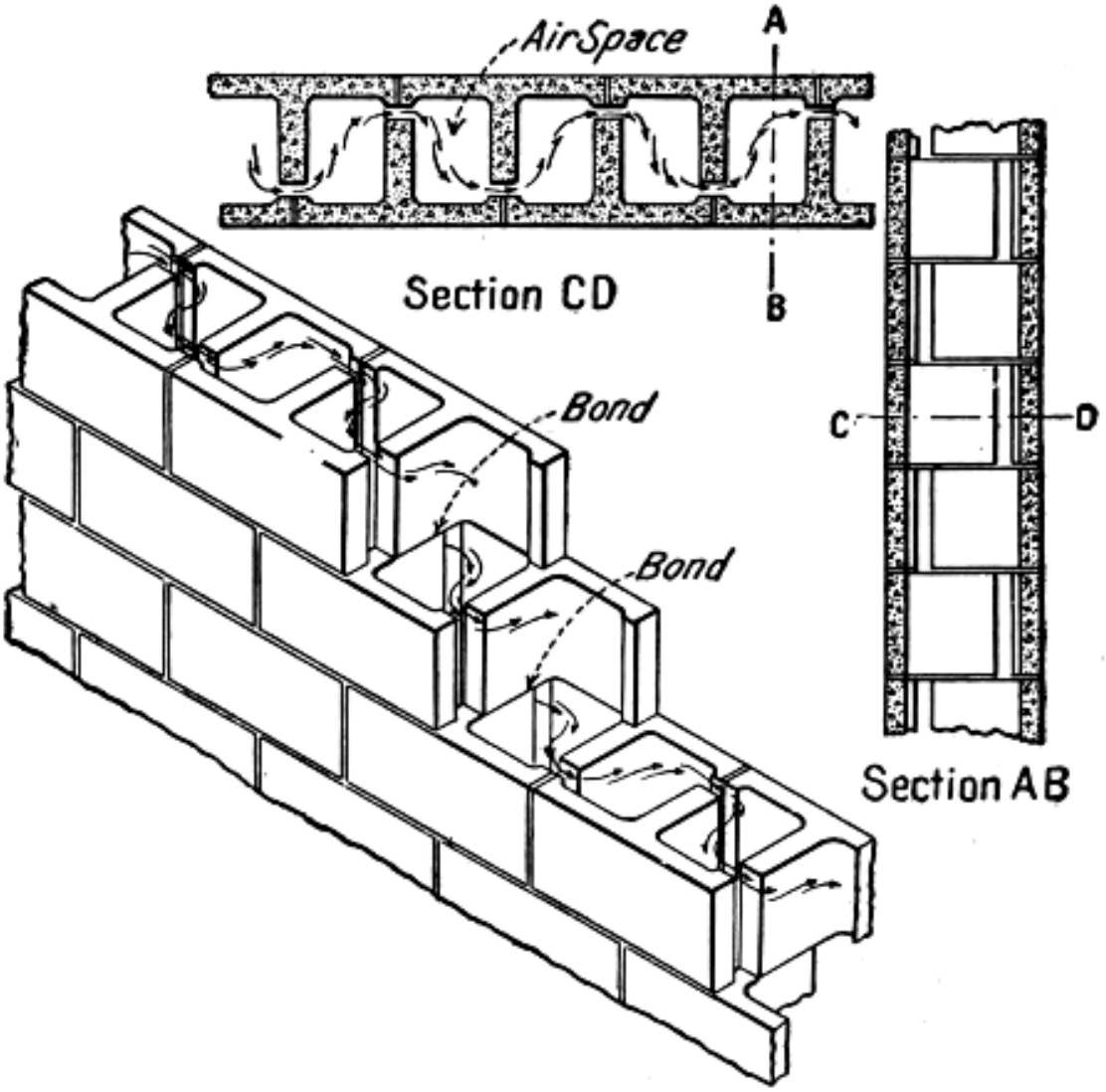
[36] Иллюстрация силоса и его фундамента взята с разрешения “Бетонных конструкций для дома и на ферме”, авторское право 1905 года принадлежит компании Atlas Portland Cement Co., Брод-Стрит, 30, Нью-Йорк. Эта книга на 127 страницах, полностью иллюстрированная, с инструкциями и спецификациями, высылается *бесплатно* по запросу.

По мнению г-на Эдисона, перед бетонной промышленностью открывается обширное поле для строительства небольших дешевых жилищ. Однажды он сказал мне, рассказывая о своем цементном заводе: “Что я хочу увидеть, так это архитектора со штампом мистера Стэнфорда Уайта из Нью—Йорка, который возьмется за этот материал. Пусть он спроектирует полдюжины хороших жилищ для работающих людей, все разные. Каждый набор форм, выполненных из металла, будет стоить, возможно, 20 000 долларов. Такие жилища можно было залить за три часа и сделать достаточно сухими для заселения за десять дней. Приличный дом из шести комнат, если судить по каркасу, мог стоить всего триста долларов или около того. Это снова стало бы стереотипом, и расходы на модели исчезли бы из-за дублирования, повторяющегося по всей стране ”.

ОСОБНЯК Из БЕТОНА, ФОРТ ТОМАС, Кентукки.
Ferro-Construction Co., Цинциннати.

Бетон сейчас поставляется строителям в виде блоков, обычно полых и гораздо больших, чем кирпичи. Отлитые из песка, они выглядят как камень. Конечно, поскольку они подвергаются большим, чем обычно, нагрузкам, их производство требует особой осторожности. Поэтому методы, применяемые при изготовлении этих блоков, можно рассматривать как наилучшую практику в рассматриваемой отрасли в широком смысле. Говорит мистер Х. Х. Райс из Денвера: “Используемый песок должен быть острым, кремнистым и чистым. Используемый гравий должен содержать достаточную долю настолько крупных частиц, насколько это целесообразно для конкретной используемой машины. Там, где гравий недоступен, его

заменяет щебень. Следует соблюдать осторожность, чтобы камень получился таким же прочным, как строительный раствор. Какие пропорции песка, гравия и щебня следует смешивать вместе, зависит от размера пустот в них: они могут варьироваться от трети до половины всего объема. Предполагая, что мы имеем дело с более крупной фракцией, следует использовать смесь из 1 цемента, 2 песка и 4 щебня; она классифицируется как смесь с самым низким содержанием жира. Иногда предпочтительнее использовать обедненную смесь: 1 цемент, 3 песка, 5 щебня. Если не используется щебень или щебеночный щебень, соотношение цемента и песка должно составлять 1 к 4. Жировая смесь обладает большей прочностью на разрыв, чем нежирная, но устойчивость к сжатию зависит от тщательного заполнения пустот. Тщательно обработанная нежирная смесь оказывается более удовлетворительной, чем жировая смесь при поспешном и небрежном обращении. При использовании любой смеси успех достигается только при полном покрытии цементом каждой песчинки, а песчано-цементным раствором - каждого куска камня или гравия. (Смотрите результаты мистера Умстеда, страница 240.)



Стена из двухкомпонентных бетонных блоков.
American Hydraulic Stone Co., Денвер.

При производстве бетонных блоков существует три различных метода: утрамбовка, прессование и заливка, каждый из которых адаптирован к конкретной смеси для особого вида работ. Двухсекционные стены, разработанные в 1902 году, заслуживают отдельного описания. Прессованные блоки, из которых они построены, демонстрируют новую свободу, предоставленную бетоном как строительным материалом. Каждый блок имеет длинный прямоугольный выступ, идущий внутрь от середины, и короткий выступ, идущий от каждого конца. При укладке блоков в стену ни одна часть блока не проходит через стену. Оставляя наружные вертикальные швы открытыми для обеспечения свободной циркуляции воздуха, ни одна часть блока с одной стороны стены не соприкасается с другими блоками с противоположной стороны; это предотвращает проникновение влаги и фактически создает две стены, соединенные попеременно перекрывающимися кронштейнами или перемычками, и придающие соединению большую устойчивость к боковым нагрузкам. Блоки в других формах, не менее полезных, неуклонно набирают популярность.[37]

[37] Статья мистера Х. Х. Райса, получившая первую премию за производство бетонных блоков и их использование в строительстве зданий, появилась в the Cement Age, Нью-Йорк, октябрь 1905 г. Издатели любезно предоставили разрешение на использование его статьи и представленной здесь иллюстрации, защищенной авторским правом.

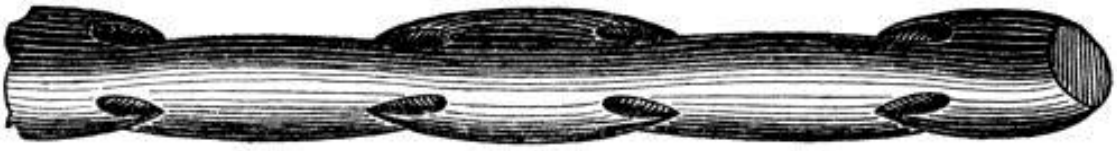
Бетон, хотя и широко доступен строителю, во многих случаях является материалом, который он не может использовать. Для склада толщина стен, обеспечивающая равномерную температуру, является преимуществом; для офисного здания, возведенного на дорогостоящем грунте, о такой толщине не может быть и речи. Балки также не могут иметь большой длины в материале, который лишь на одну десятую уступает по прочности на растяжение материалу, сопротивляющемуся сжатию. Очевидно, что возможности для производства бетона сами по себе должны были быть ограничены, если только не удавалось найти партнера, способного придать прочность при незначительном увеличении объема. Простейший эксперимент должен был стать поворотным моментом в великой отрасли.

Бетон, усиленный стальной опорой. Джозеф Монье, первопроходец.

Бетон, как одно из его второстепенных применений, часто использовался для изготовления кадок для молодых деревьев и кустарников. В 1867 году французский садовник Жозеф Монье, используя кадки такого типа, обнаружил, что они тяжелые и неуклюжие. В качестве усовершенствования он построил другие, в которых вмонтировал железные стержни вертикально в бетон, обеспечив таким образом прочный каркас, который позволял ему использовать совсем немного бетона и делать ванны сравнительно легкими и тонкими. Монье был не из тех, кто довольствуется одним шагом на многообещающем пути. До него строители соединяли бетон и металл, не осознавая огромной ценности этого союза. Он продолжал строить резервуары, пруды и перекрытия из своих материалов united, в конце концов воздвигнув мосты скромных размеров. Его работы привлекли внимание в Германии и Австрии, а также на родине во Франции, так что вскоре железобетон, как его называли, стал серьезным конкурентом кирпичу и камню. На протяжении двух тысяч лет и более бетон был привычным ресурсом строителей; сегодня, имея стальной каркас, он занимает важное место между каменной кладкой и каркасными стальными конструкциями, смело вторгаясь на территорию и того, и другого.

Бар "Рэнсом".

Стальной пруток из гофрированной стали. Компания St. Louis Expanded Metal Fire Proofing Co.



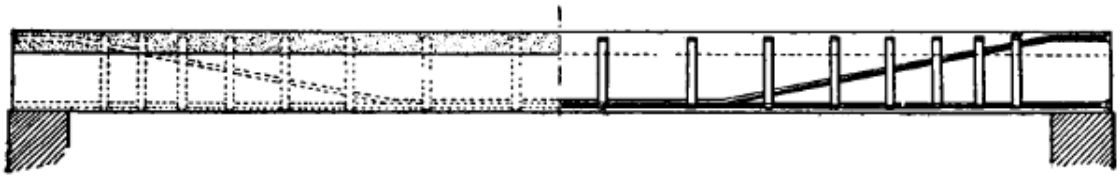
Такер-бар.

Утилизация стали в железобетоне.

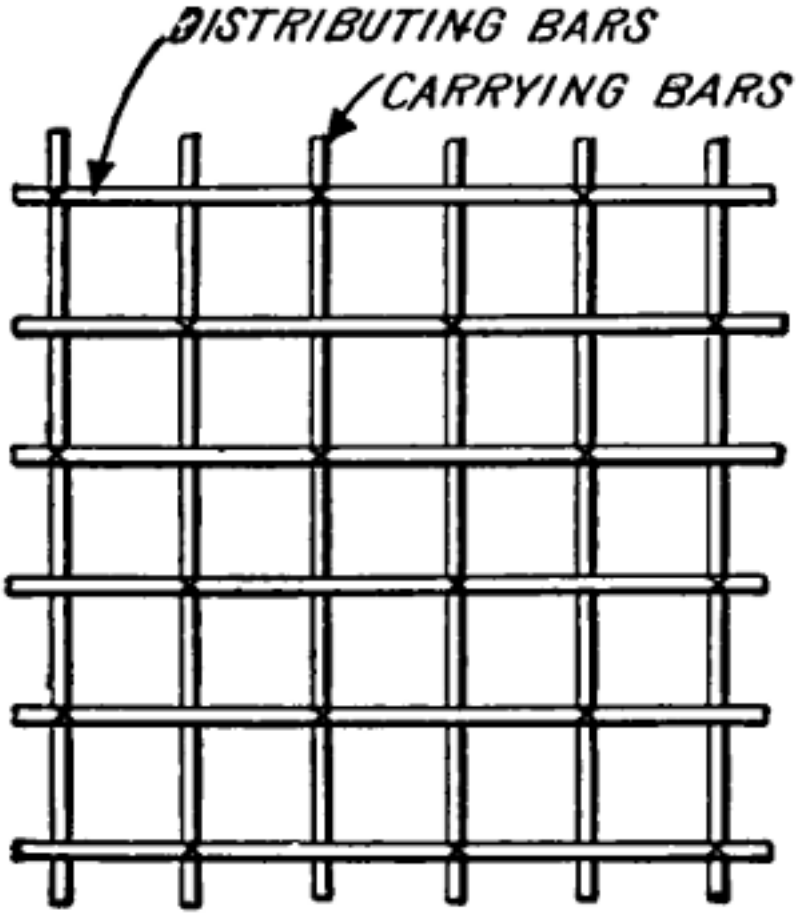
Железобетон был тщательно изучен с точки зрения его свойств и форм, в которых его лучше всего использовать. Поскольку прочность бетона при сжатии обычно в десять раз выше, чем при растяжении, конструкции должны по возможности выдерживать сжатие, при этом все растягивающие напряжения должны быть тщательно перенесены на сталь. В арочных мостах деформации в основном сжимающие, отсюда и успех, с которым они выполняются в железобетоне. Мистер Эдвин Тэчер из Нью-Йорка, выдающийся специалист в этой области машиностроения, не видит причин, по которым пролеты в 500 футов не должны быть осуществимыми и безопасными. За экспериментами с подкреплением, разнообразным по форме и по-разному размещенным в массе, последовало несколько замечательных открытий. Чтобы увеличить прочность квадратного стального стержня, мистер Э. Л. Рэнсом скручивает его в спираль; на квадратных стальных стержнях мистер А. Л. Джонсон размещает выступы; мистер Эдвин Тэчер раскатывает свою сталь на секции, попеременно плоские и круглые. Все эти контуры имеют большие поверхности, к которым прилипают металл и бетон. Арматурные стержни, разработанные г-ном Джулиусом Каном и компанией Hennibique Construction, гладкие и слегка изогнуты из-за прямолинейности через определенные промежутки времени. В каждом конкретном случае возникает вопрос, где прочность стали на разрыв будет наиболее эффективной, потому что наиболее необходимой? M. Considere обнаружил, что бетон, обмотанный стальной проволокой, обладает более чем вдвое большей прочностью, чем бетон, в котором по центру размещено такое же количество стали. В своих напольных конструкциях M. Матраи придает стальной проволоке изгибы, которые она могла бы принять под нагрузкой. Сохраняя свои первоначальные очертания, современная арматура Монье представляет собой прямоугольную сетку из прутьев или проволоки. Чем-то похожа расширенная металлическая основа, изобретенная мистером Дж. Ф. Голдингом; это листовая сталь, пронизанная параллельными рядами прорезей, которые расширяются до тех пор, пока металл не примет форму, показанную на прилагаемой иллюстрации. Замковое плетеное полотно из

оцинкованной стальной проволоки производится компанией W. N. Wight & Company, Нью-Йорк, в сетке любого желаемого размера с пределом прочности 116 000 фунтов на квадратный дюйм металла.

Бар "Кан".

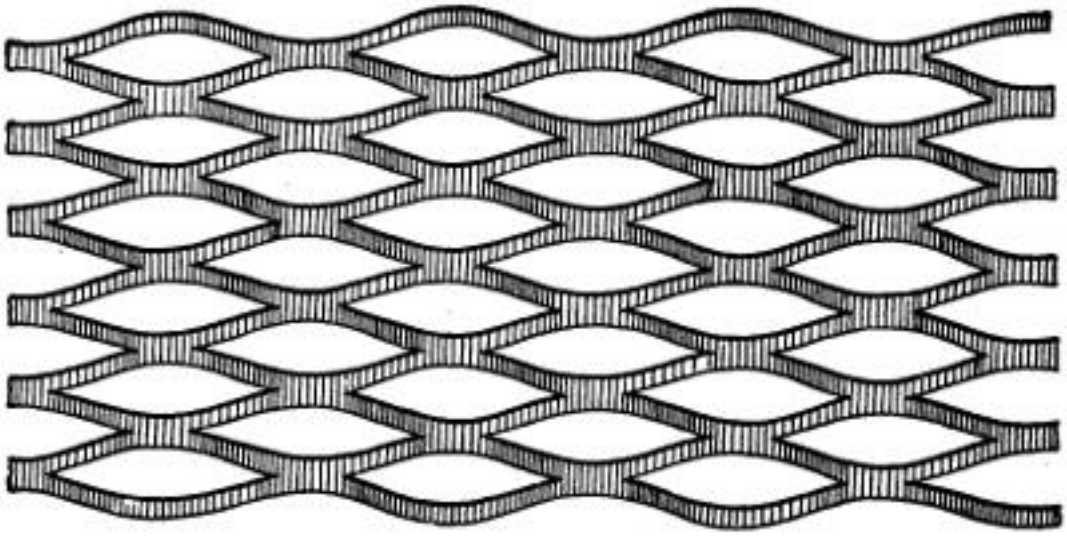


Железобетонная балка Hennebique.



Сетка Монье.

Для забивки свай широко используется железобетон. Его независимость от влаги, отсутствие разрушительного воздействия teredo делают его гораздо предпочтительнее древесины для морских работ.



Расширенная металлическая алмазная планка.

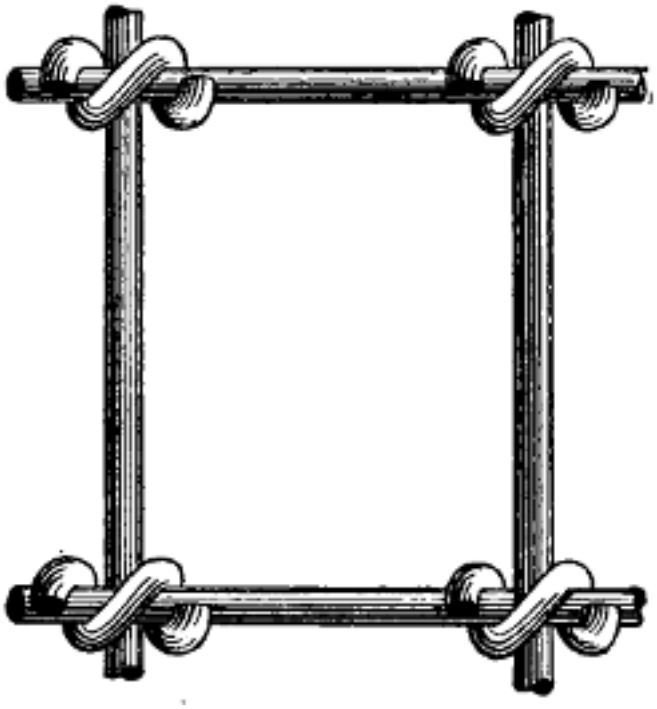
Ящик для дерева из вспененной стали.

КОРОЛЕВСКИЙ БАНК КАНАДЫ, ГАВАНА.
Построен из бетона. Вход.

Формы для железобетона.

Железобетон, как и любой другой новый строительный материал, во многих отношениях проявил изобретательность. Когда, например, планируется строительство завода, требуется много изобретательных плотницких работ для планирования и изготовления форм, в которые

будет заливаться жидкий бетон вокруг стальных каркасов. Основания, наружные и внутренние колонны, стены, прогоны, балки, плиты перекрытия, крыши и лестницы - все это требует отдельных форм, разумно разработанных с целью экономии. Для здания Ingalls Building в Цинциннати опалубка стоит 5,85 доллара за кубический ярд установленного бетона. Белая сосна - лучшая древесина для этой цели; она легко поддается обработке и сохраняет свою форму под воздействием ветра и непогоды. Для обычных зданий можно выбрать более дешевую древесину, ель; подойдет даже болиголов, если достаточно грубой отделки. В большинстве случаев свежие пиломатериалы предпочтительнее сушить, так как они меньше подвержены воздействию воды в бетоне. При тонкой работе доски, из которых изготавливаются формы, смазываются маслом и могут использоваться снова и снова. При выполнении всех работ строго соблюдается правило, согласно которому арматурный металл должен быть правильно уложен и оставаться нетронутым в процессе работы.



Проволочная ткань с замком.
W. N. Wight & Co.,
Нью-Йорк.

Здания из железобетона.

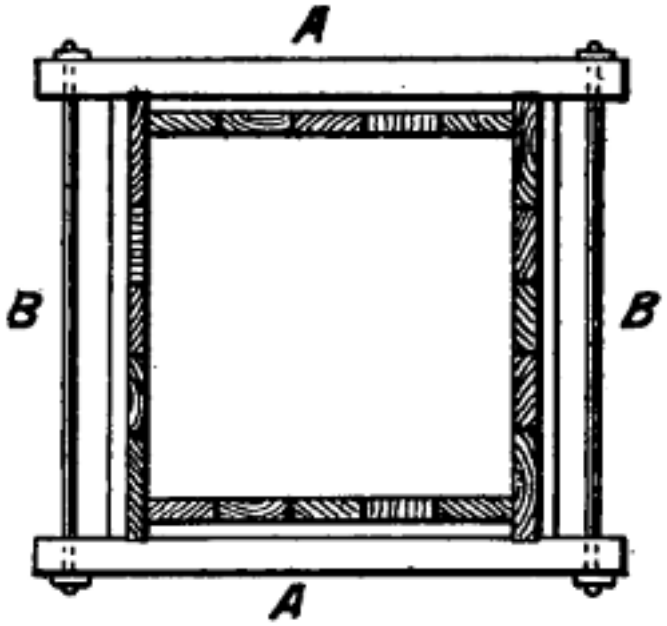
Здание Pugh Power Building, возведенное в производственных целях в Цинциннати, является ярким примером того, что можно сделать с помощью железобетона. Он имеет 68 футов в ширину, 335 в длину и 159 в высоту; его колонны расположены на расстоянии четырнадцати-семнадцати футов в продольном направлении, двадцати-двадцати трех футов в поперечном; предполагается, что полы выдерживают нагрузку в 230 фунтов на квадратный фут. В том же городе находится офисное здание Ingalls Building размером 100 на 50 футов и высотой 210 футов, спроектированное мистером Э. Л. Рэнсомом из Нью-Йорка. Среди других сооружений его дизайна, выполненных из того же материала, Епископальная церковь Святого Иакова в Бруклине, Нью-Йорк; здания Объединенной обувной машиностроительной компании в Беверли, Массачусетс, и фабрики по производству пианино для компании Foster-Armstrong Company в Депеше, Нью-Йорк. Инспекционные цеха компании Interborough Rapid Transit

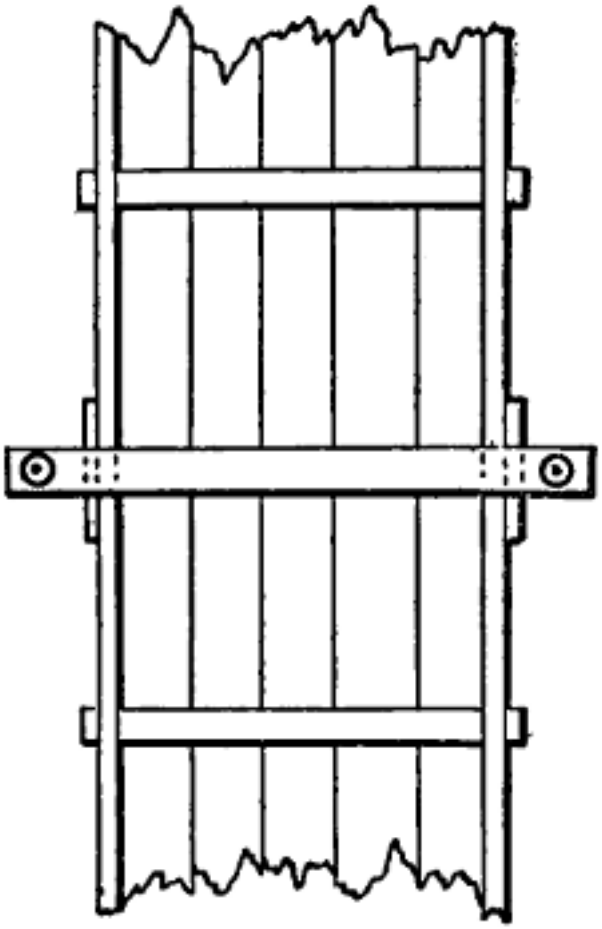
Company на Западной 59-й улице, Нью-Йорк, также выполнены из железобетона: ни стены, ни крыша из дерева не используются.

Железобетонные конструкции образуют девять бункеров на одном из элеваторов Канадской тихоокеанской железной дороги в Порт-Артуре, Онтарио, на берегу озера Верхнее. Стенки имеют толщину девять дюймов, укреплены по горизонтали и вертикали до высоты девяносто футов и диаметра тридцать футов. Также имеются четыре промежуточных бункера, все тринадцать вмещают 443 000 бушелей. В Южном Чикаго компания Illinois Steel Company построила четыре аналогичных бункера для хранения цемента, каждый диаметром двадцать пять футов и высотой пятьдесят футов, со стенками толщиной от пяти до семи дюймов.

Многие дымоходы были изготовлены из нового материала; в частности, дымоход для компании Pacific Coast Borax Company, Байонна, Нью-Джерси, высотой 150 футов и внутренним диаметром семь футов. Эти размеры превышены в Лос-Анджелесе, Калифорния, где дымоход Pacific Electric Company возвышается над фундаментом на 174 фута при внутреннем диаметре в одиннадцать футов. Обе конструкции имеют полые стены типа Рэнсома, усиленные по горизонтали и вертикали.

То, что железобетон служит для строительства дымоходов, является доказательством его огнестойкости. Бетон медленно проводит тепло, и как он, так и сталь обладают почти одинаковой способностью к незначительному расширению при повышении температуры, так что при пожаре они остаются вместе. Терракота, которая при нагревании расширяется гораздо сильнее, чем сталь, отламывается от металла, который она должна была защищать, в результате чего он изгибается или плавится в огне. Кроме того, бетон ведет себя хорошо, когда его температура внезапно понижается, например, когда пожарный выливает на него струю воды при пожаре. Поэтому неудивительно, что железобетон становится все более и более востребованным в городах в качестве материала для зданий, возвышающихся выше и стоящих более плотно на земле, чем здания прошлых лет. Во время большого пожара в Сан-Франциско в апреле 1906 года железобетон выдержал экстремальные температуры намного лучше, чем любой другой материал. Он будет в значительной степени использован при восстановлении города.



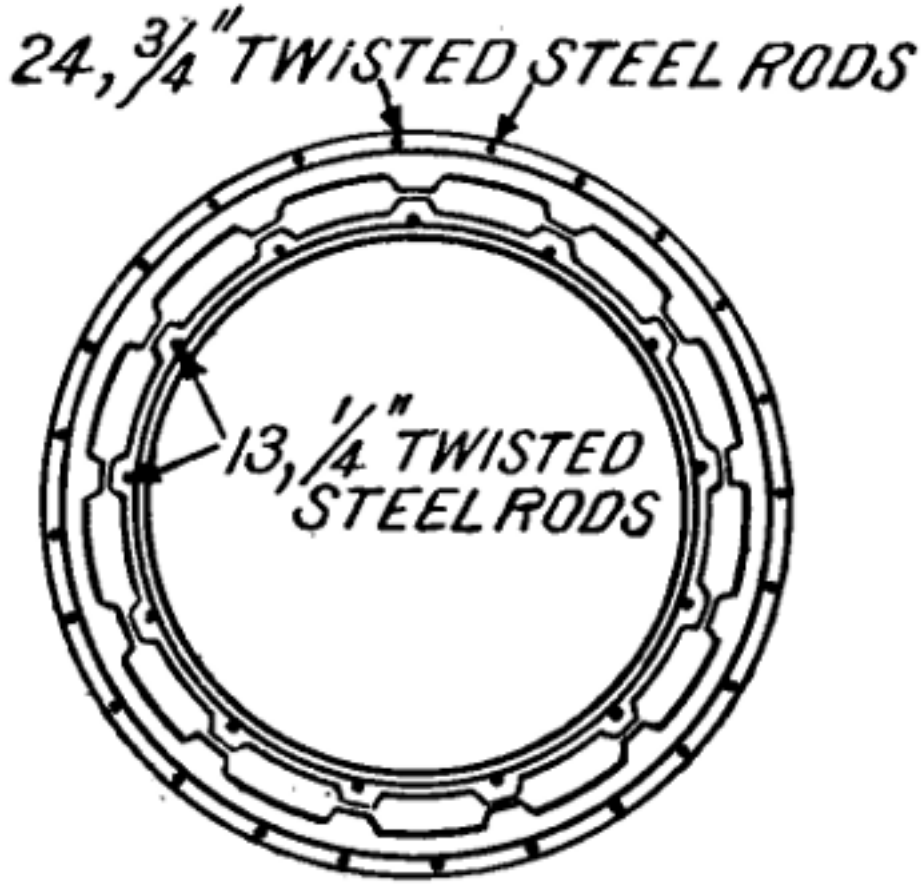


Форма колонны, Ингаллс Билдинг, Цинциннати. А, А, хомуты. Б, В, распорные элементы. Из "Армированного бетона”. А. В. Бьюэл и К. С. Хилл. Авторское право, Engineering News Publishing Co., Нью-Йорк, 1904.

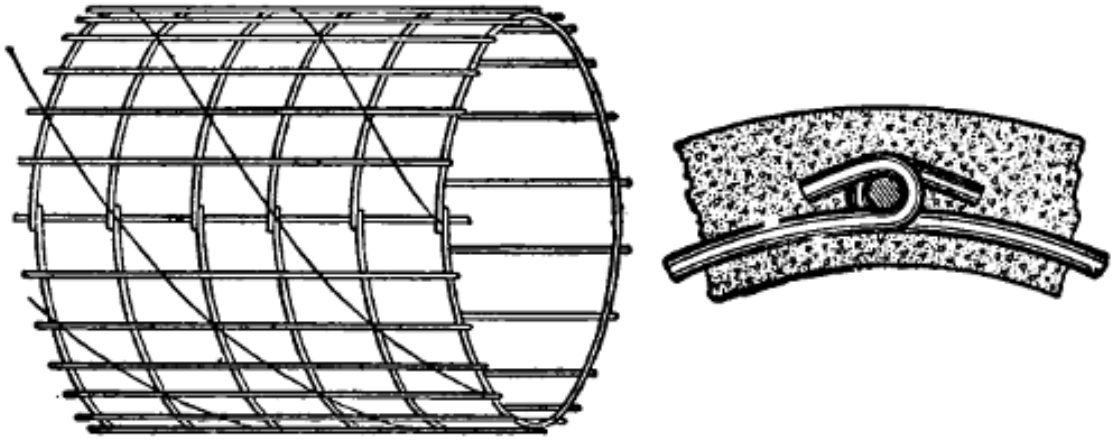
Устойчивость к возгоранию и ржавчине.

Часто задают вопрос, подвержена ли сталь в железобетоне коррозии, из-за чего его стены, вероятно, станут слабыми и ненадежными через несколько лет? При тщательном

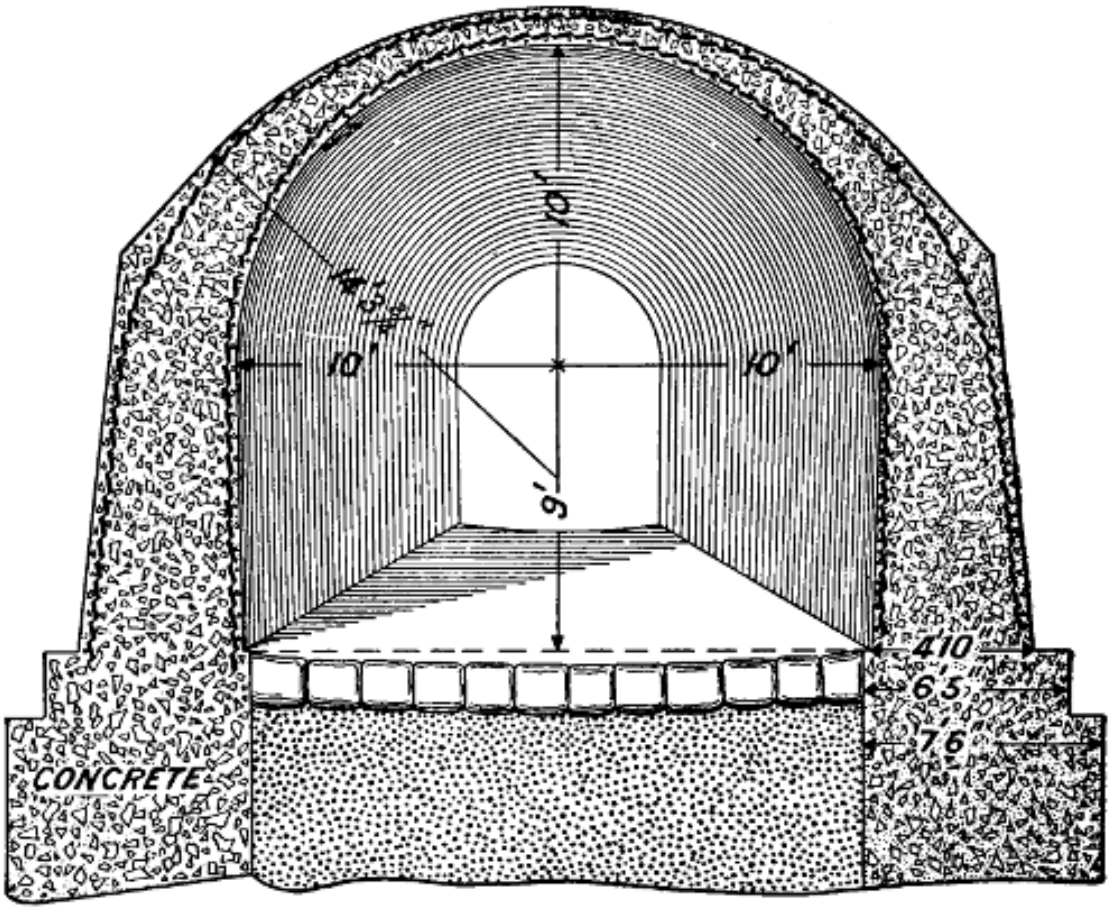
планировании и добросовестном выполнении работ результаты оказываются достойными доверия. Профессор Чарльз Л. Нортон из Бостона взял сталь, чистую и находящуюся на всех стадиях коррозии, и поместил ее в камень и шлакобетон, влажные и сухие смеси, в углекислый газ и сернистые газы; другие образцы периодически подвергались воздействию пара, горячей воды и влажного воздуха в течение одного-трех месяцев. Должным образом защищенная слоем прочного бетона толщиной в дюйм или более, сталь осталась абсолютно неизменной, в то время как голая сталь превратилась в полосы ржавчины. Мистер Рэнсом говорит, что при разборке участка тротуара в Боулинг-Грин-парке, Нью-Йорк, который использовался двадцать лет, были найдены несколько встроенных стальных стержней в идеальном состоянии. Строительная компания Turner из Нью-Йорка обнажила бетонные блоки, в которые были встроены стальные прутья, и уложила их на пляже во время отлива, где они были покрыты соленой водой три-четыре часа каждый день; после девятимесячного воздействия блоки были разбиты, обнажив прутья, свободные от ржавчины. Профессор Спенсер Б. Ньюберри сообщает, что водопровод в Гренобле, Франция, построенный по системе Монье, диаметром двенадцать дюймов, толщиной восемнадцать дюймов, содержащий каркас из стальных стержней 1/16 и 1/4 дюйма, был найден совершенно свободным от ржавчины после пятнадцатилетней службы во влажном грунте. Он также утверждает, что подпорная стена из железобетона в Берлине была обследована после одиннадцати лет эксплуатации, и металл был обнаружен неповрежденным, за исключением некоторых случаев, когда стержни находились всего в 0,3 или 0,4 дюйма от поверхности.



Секция дымохода в Лос-Анджелесе, Калифорния.



Сетка для куанье и крючок.



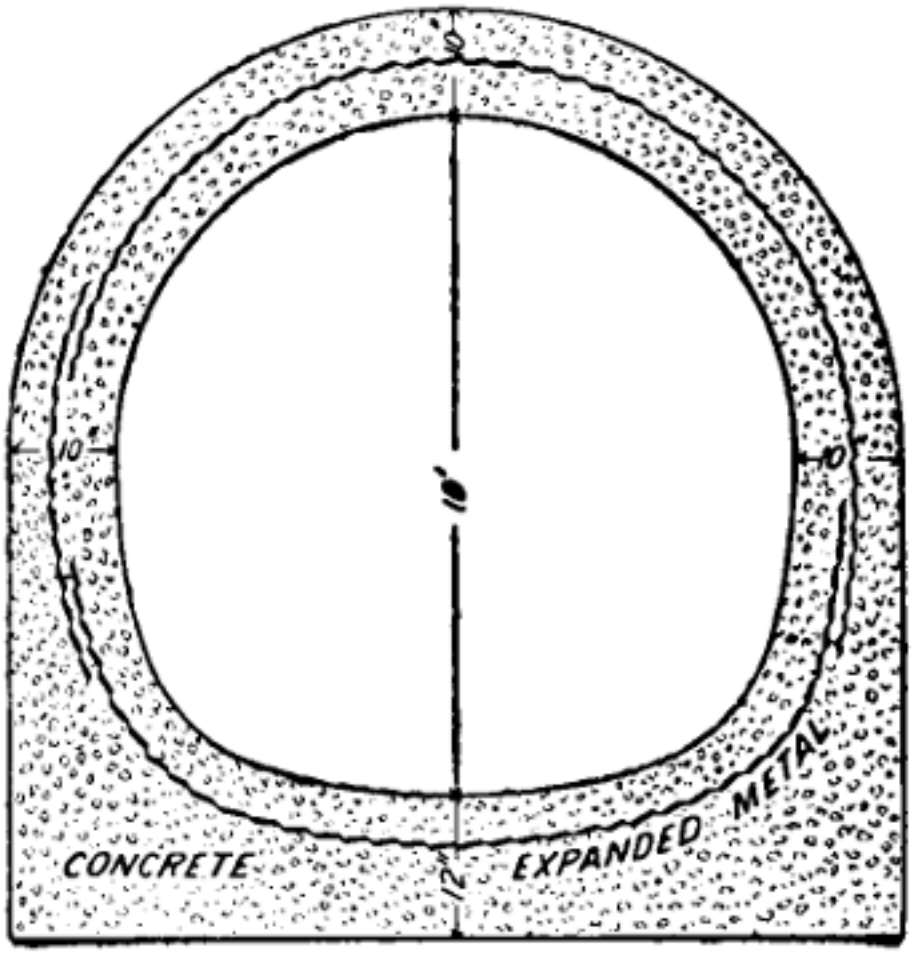
Поперечное сечение трубопровода, Ньюарк, Нью-Джерси, Расширенная металлическая арматура.

Резервуары, Стояки, Резервуары.

Такое водонепроницаемое качество железобетона рекомендует его в качестве материала для резервуаров. В 1903 году в Форт-Ревере, штат Массачусетс, для правительства Соединенных Штатов была построена водонапорная башня высотой девяносто три фута, восьмиугольной формы в сечении, заключающая в себе резервуар шириной двадцать футов, высотой пятьдесят футов, со стенками толщиной шесть дюймов внизу и три наверху, покрытыми изнутри слоем портландцемента толщиной в дюйм. В Луисвилле, штат Кентукки, было построено водохранилище размером 394 на 460 футов и высотой около двадцати пяти

футов. Его стены и колонны выполнены из бетона, крыша - из железобетона, расположенная в виде пазовых арок, пролет каждой из которых составляет девятнадцать футов. Резервуар, полностью выполненный из железобетона в Ист-Ориндж, штат Нью-Джерси, имеет размеры 139 на 240 футов и высоту 22⅓ фута. В первые дни для прокладки водопроводных труб использовался железобетон: сейчас в эксплуатации в Париже находится более ста миль таких труб. В водопроводных трубах системы Coignet используются тонкие стальные стержни, зацепленные с обоих концов и изогнутые в виде кольцевых колец. Другие прутья, уложенные вдоль, пропускаются через крючки таким образом, чтобы надежно удерживать каждую часть каркаса на месте. В Ньюарке, штат Нью-Джерси, недавно было проложено 4000 футов одинарных и 1500 футов двойных 60-дюймовых трубопроводов, усиленных 3-дюймовой расширенной сталью.

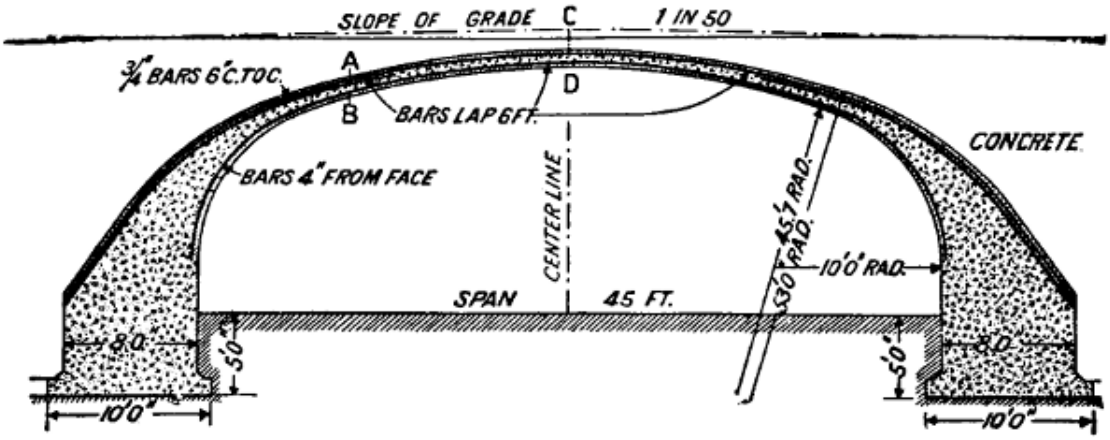
Материал, доступный таким образом для систем водоснабжения, также применяется в задачах канализации. В Гаррисберге, штат Пенсильвания, канализация такого типа длиной в три мили перекрывает все остальные канализационные трубы, унося весь поток под город к стоку в реке Саскуэханна. Водопропускная труба, предназначенная для выполнения примерно аналогичных задач, иногда может быть настолько сильно укреплена, чтобы безопасно переносить железнодорожные пути, как в водопропускной трубе для Западной железной дороги, показанной на прилагаемом рисунке.



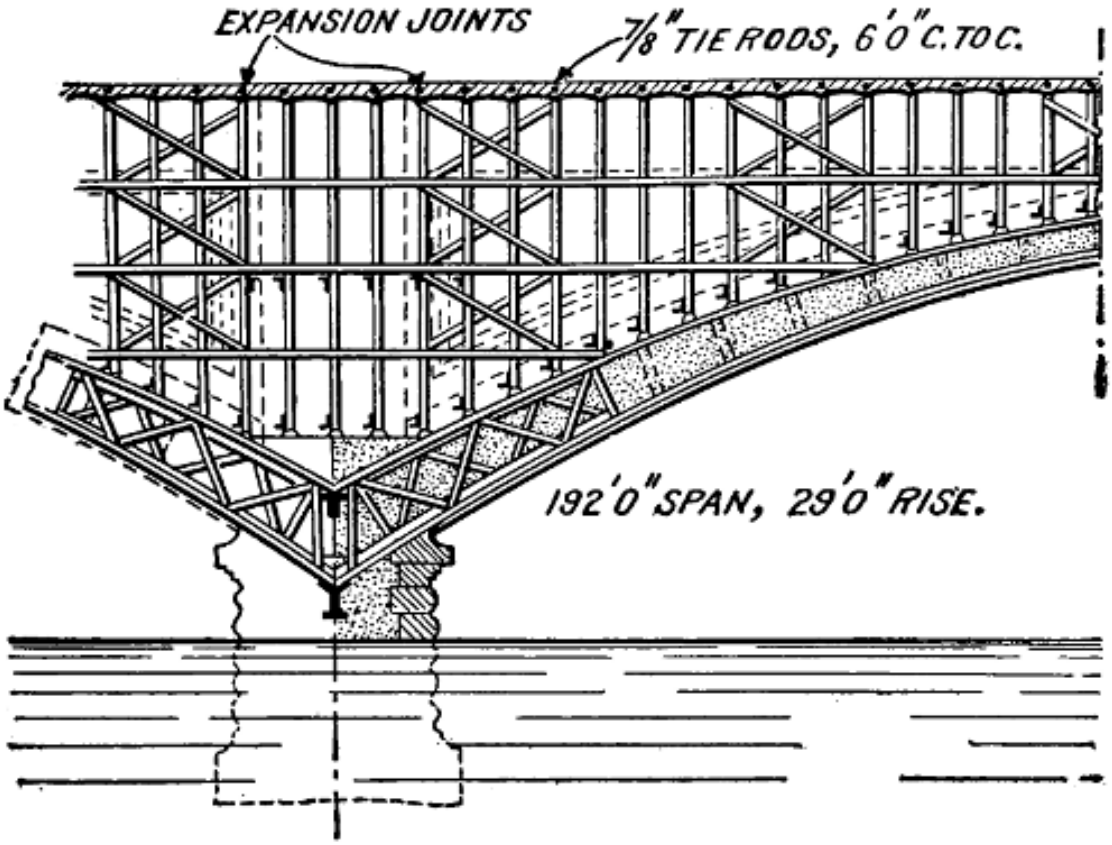
Водопропускная труба.

Нью-Йоркское метро.

Часть Нью-Йоркского метро сделана из железобетона. Стальные стержни площадью около 1¼ дюйма были уложены на разном расстоянии в зависимости от различных нагрузок на крышу, на расстоянии от шести до десяти дюймов друг от друга. Стержни диаметром 1⅛ дюймов скрепляют боковые стенки, проходя через угловые столбики в стенках и столбики в форме луковиц в центре. Слои бетона были уложены поверх стержней крыши толщиной от восемнадцати до тридцати дюймов и проложены на два дюйма ниже стержней, укрепляя их. Для боковых сторон использовались аналогичные квадратные стержни и бетон, а также угловые колонны на расстоянии пяти футов друг от друга. Толщина бетона боковых стен составляет от пятнадцати до восемнадцати дюймов.



Мост через реку Перс, Форест-Парк, Сент-Луис.



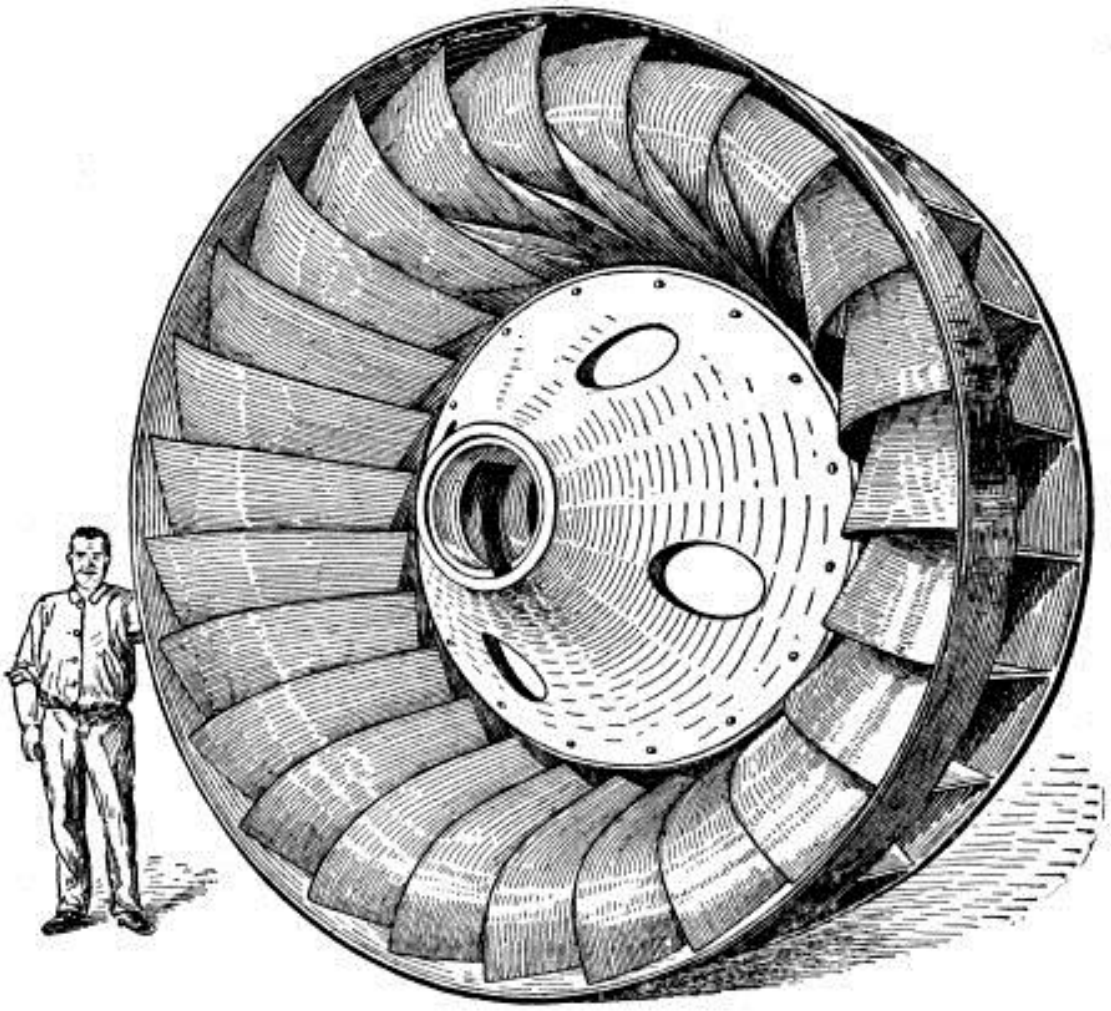
Мемориальный мост, Вашингтон, округ Колумбия

Мосты.

Поначалу, как и следовало ожидать, железобетон применялся в мостостроении с большой осторожностью. Сегодня сотни мостов из этого материала служат по всему миру. Хорошим примером небольшого моста является мост в Форест-Парке, Сент-Луис, перекинутый через реку дез-Пере. Заслуживающий внимания крупномасштабный проект профессора Уильяма Х. Берра из Колумбийского университета, Нью-Йорк, был одобрен для Мемориального моста через реку Потомак в Вашингтоне. Стальной центральный пролет протяженностью 159 футов должен быть с каждой стороны окружен тремя пролетами из железобетона, каждый по 192 фута. Эти пролеты представляют собой ребристые арки высотой двадцать девять футов, с внешней стороны выложенные гранитом. Приводя доводы в пользу мостов из железобетона, г-н Эдвин Тэчер указывает, что при нормальных обстоятельствах их сталь не растягивается более чем на четверть своего предела упругости, так что для чрезвычайных ситуаций имеется большой запас прочности, в то время как конструкция более долговечна, чем стальной мост, и, в конечном счете, более экономична, сравнительно не подвержена вибрации и шуму, устойчива к торнадо и пожарам, а также к наводнениям, если фундаменты защищены от размыва.

ГЛАВА XXX
ДВИЖУЩИЕ СИЛЫ, СОЗДАННЫЕ В УСЛОВИЯХ НОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Улучшения в работе с паром . . . Механическая тяга . . . Автоматические кочегарки . . . Улучшенные котлы . . . Пароперегреватели . . . Экономичные конденсаторы . . . Паровые турбины на суше и на море.



Вертикальное турбинное колесо Фрэнсиса. Allis-Chalmers Co., Милуоки.

В каждой отрасли промышленности первостепенный вопрос заключается в том, как получить движущую силу с наименьшими затратами. В этой области за двадцать лет были внедрены совершенно новые методы, в то время как старые процессы были значительно изменены. Благодаря экономичным водяным колесам и генераторам, эффективной трансмиссии и практически совершенным двигателям, водные электростанции, как на Ниагарском водопаде, теперь обеспечивают электроэнергией тысячи удаленных мастерских, служа не только идеальным средством приведения в действие, но и источником света, тепла и химического импульса. В то время как искусство электротехники, таким образом, продвигалось вперед, все тепловые двигатели были усовершенствованы в каждой детали конструкции. Новые клапанные механизмы, экономайзеры и пароперегреватели в сочетании с цилиндрами тройного расширения самых смелых размеров, работающие при давлении и скорости, превышающих когда-либо прежде, в совокупности делают лучшие паровые двигатели современности значительно более эффективными, чем те, что были поколение назад. И эти двигатели, в то же время, сталкиваются с агрессивным соперничеством паровых турбин, разработанных Де Лавалем, Парсонсом и Кертисом, все они гораздо менее тяжелые и громоздкие, чем двигатели, более простые в конструкции и эксплуатации, в то время как их движение непрерывное, а не прерывается при каждом ходе поршня.

Конкуренцию паровым двигателям составляют новые газовые двигатели, вдвое более эффективные в преобразовании тепла в движущую силу. По этой причине, а также потому,

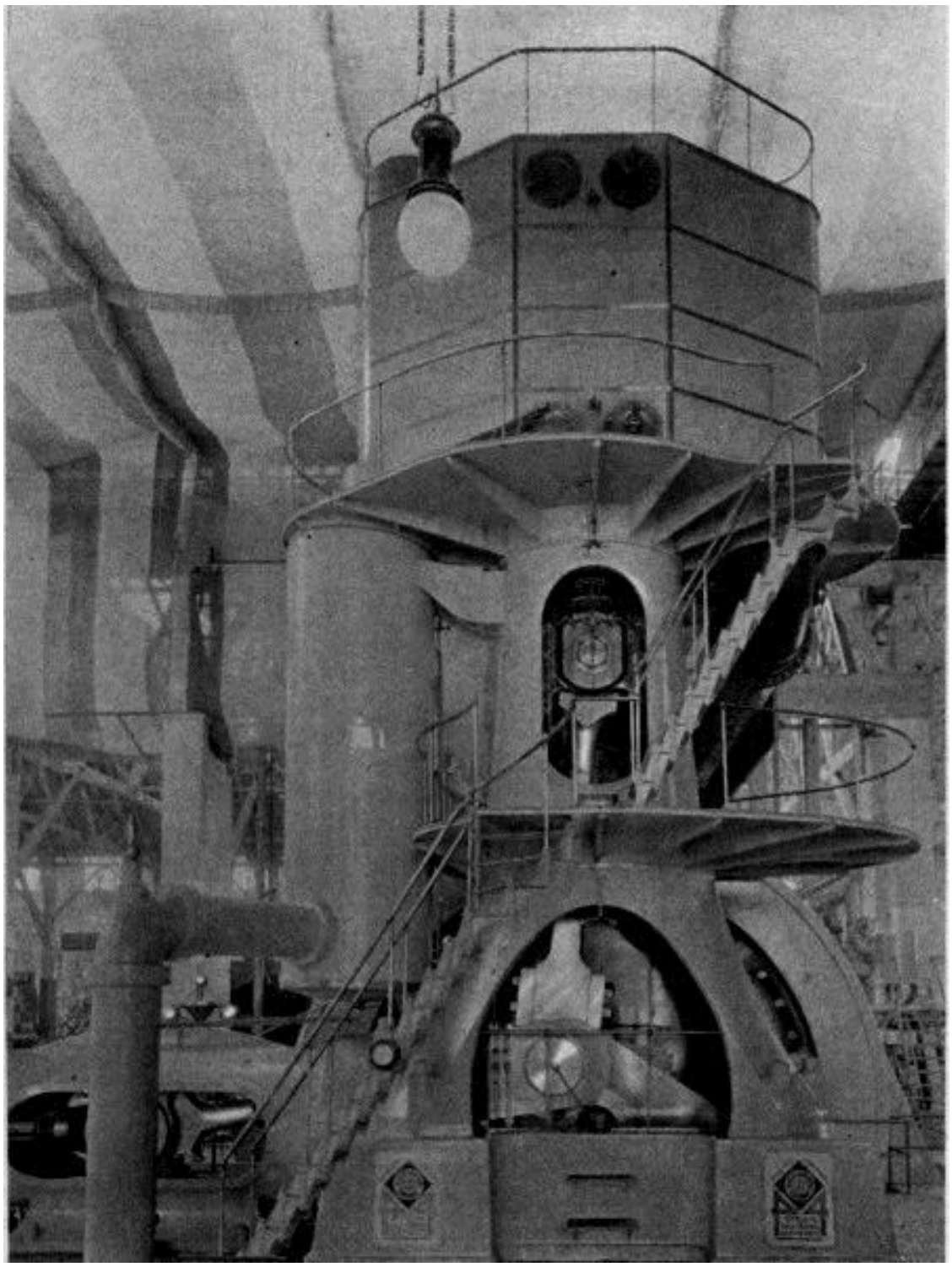
что представляется возможным значительное улучшение их конструкций и систем снабжения их дешевым газом, представляется несомненным их широкомасштабное внедрение в ближайшем будущем. Особенно это будет актуально, если принцип турбины будет столь же успешно применен к газовым двигателям, как и к паровым. Газы из коксовых и доменных печей, которые ранее выбрасывались или использовались лишь частично, уже с успехом используются в газовых двигателях.

Сегодня производство движущей силы в основном сосредоточено на станциях настолько огромных, что на них используются устройства с усилением, слишком сложные для использования на небольших установках. Например, на электростанции компании Interborough Rapid Transit Company, Нью-Йорк, автоматическое оборудование транспортирует уголь с барж в обширные бункеры под крышей, при этом равномерное распределение осуществляется самореверсивными погрузчиками. Двенадцать печей оборудованы автоматическими кочегарками. Зола удаляется конвейерами. Смазочное масло перекачивается в высокие резервуары, откуда оно спускается для промывки всех подшипников; затем оно поступает в фильтры, из которых поступает на другой режим работы. Очевидно, что огромные масштабы такого предприятия открывают новые возможности для изобретательности, особенно в увязке одной услуги с другой.

На некоторых центральных станциях, таких как в Финдли, Ада и Спрингфилде, Огайо, отработанный пар используется для централизованного теплоснабжения, так что выработка движущей силы объединяется с более широкой областью экономии топлива, рассматриваемой в целом. Там, где существует прибыльный рынок выхлопных газов, выгодно использовать группу двигателей или турбин, которые либо не конденсируются, либо конденсируются только некоторые из них, поскольку цель состоит не просто в использовании двигателя, который потребляет меньше всего топлива, но и в установке таких двигателей и нагревателей, которые в совокупности принесут наибольшую отдачу от вложенного капитала.

Паровые машины.

Экспериментальная паровая машина четырехкратного расширения в колледже Сибли Корнеллского университета потребила всего 9,27 фунта пара при давлении 500 фунтов на указанную лошадиную силу при механическом КПД 86,88 процента. Составной двигатель Аллиса-Чалмерса, испытанный в декабре 1905 года на электростанции Subway в Нью-Йорке, развивал 7300 лошадиных сил за счет пара при давлении 175 фунтов при расходе 11,96 фунтов пара на указанную лошадиную силу. Цилиндры не были снабжены паровой рубашкой, и не использовались подогреватели. Этот двигатель имеет два горизонтальных цилиндра высокого давления диаметром 42 дюйма; и два вертикальных цилиндра низкого давления диаметром 86 дюймов; все с ходом поршня 60 дюймов. Четыре цилиндра работают от одного и того же кривошипного пальца, в результате чего в замененных конструкциях два кривошипа расположены под прямым углом друг к другу. Аналогичный движок, менее мощный, показан напротив этой страницы.

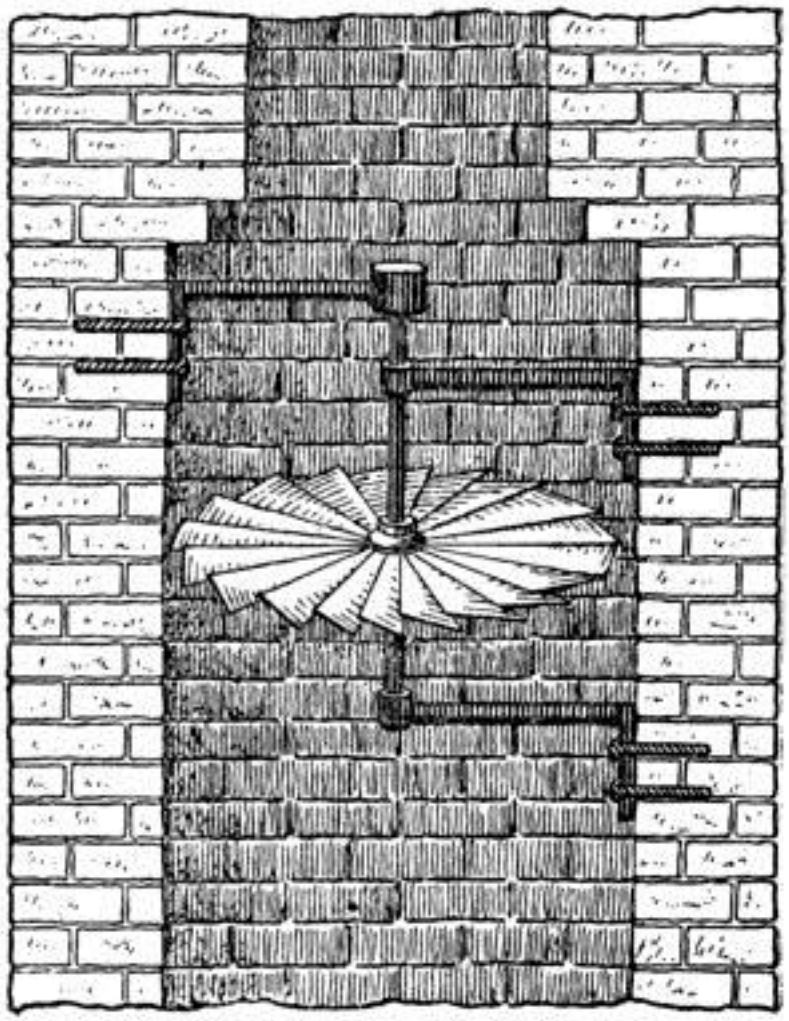


ПАРОВАЯ МАШИНА ЭЛЛИСА-ЧАЛМЕРСА МОЩНОСТЬЮ 5000 лошадиных СИЛ,
выставка в Сент-Луисе, 1904г.
Горизонтальный и вертикальный цилиндры соединены с одним шатунным пальцем.

Механическая тяга.

На этом этапе давайте немного перенесемся назад, чтобы понять, почему увеличение высоты дымоходов для паровых установок гораздо менее популярно, чем раньше, и почему это изменение оказалось вполне целесообразным. Приспособлением, которому по меньшей мере два столетия, является дымовая шашка, образцы которой хранятся то тут, то там в музеях и лавках диковинок Англии. Вращательное движение его лопастей, обусловленное

восходящей тягой от кухонного очага, использовалось для переворачивания кусков мяса, когда они поджаривались перед углями. В наши дни преемниками этой примитивной тепловой мельницы являются картонные или слюдяные игрушки, которые, прикрепленные к печной трубе или рядом с дымоходом лампы, заставляют работать плотника с его пилой, прачку с ее утюгом и так далее. Эти игрушки показывают нам простейший способ, с помощью которого тепло может давать движущую силу; потому что простейшее преобладает почти повсеместно, и все же оно крайне расточительно. Никому ни на минуту не придет в голову установить в дымоходе колесо, подобное колесу дымоотвода, чтобы поднимающийся поток горячих газов мог приводить в движение швейную машину или маслобойку, и все же для такой же механической задачи, как проталкивание вверх самого тока в дымоходе, нагревание этого тока до экстремальной температуры сегодня является обычным делом. При хорошей конструкции газы сгорания обязаны выполнять всю работу, которую из них можно выжать; тогда и только тогда они направляются в дымоход. Что, если их температура будет настолько низкой, что их подъем в трубе, если предоставить их самим себе, будет медленным по сравнению с подъемом в другой трубе газов, на 300 ° горячее? Сотая часть или даже меньше сэкономленного тепла при передаче от двигателя к вентилятору обеспечит такой же быстрый ветерок через решетку, как если бы газы из дымохода были чрезмерно горячими, и это при том, что высота дымохода всего от одной восьмой до одной четвертой от старомодной конструкции. Именно по этой причине механическая тяга в настоящее время широко применяется на заводах, мельницах и электростанциях. Преимущества, которые вытекают из этого, многообразны: установка становится независимой от ветра и непогоды, топливо низкого качества полностью и быстро расходуется, в периоды чрезвычайной необходимости можно легко разжечь огонь, чтобы увеличить мощность котлов. В настоящее время в наилучшей практике питательная вода для котлов нагревается топочными газами непосредственно перед их поступлением в дымовую трубу; трубопроводы для этой цели, выполненные в виде змеевиков, известных как экономайзеры, контролируют тягу в дымоходе. Эта проверка легко преодолевается механической тягой, что дает инженеру значительный чистый выигрыш, поскольку вентилятор и экономайзер объединены. Одним из второстепенных преимуществ современных установок с продуманным дизайном и хорошим управлением является то, что они выделяют мало дыма или его вообще нет. При тщательном сжигании дым не выходит из трубы.



Дымовик.

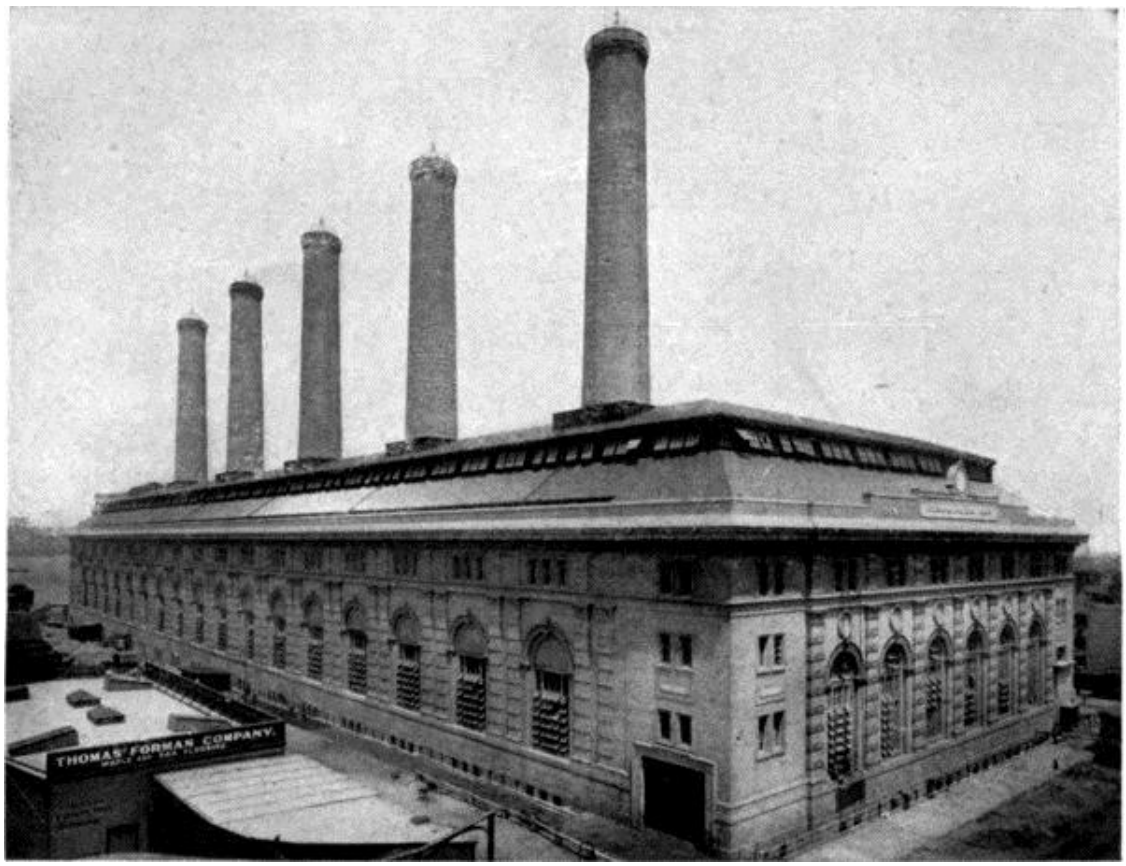
Автоматическое разогревание.

Предотвращению образования дыма способствует использование хорошо сконструированных механических кочегарок: две из лучших - модели Roney и Jones. Аппарат Джонса подает топливо в огонь снизу, так что его газы, проходя вверх через пылающий уголь, полностью расходуются.

Котлы.

На крупных заводах котлы обычно бывают водотрубными и работают при высоком давлении, которое при необходимости может быть увеличено. Мистер Уолтер Б. Сноу говорит:[38]—“До недавнего прошлого парогенератору или котлу и способу его эксплуатации уделялось гораздо меньше внимания, чем они того заслуживали. Хотя при наилучших условиях для производства пара может быть использовано более 80%. полной теплотворной способности топлива, на обычной практике этот высокий стандарт редко достигается. Мистер Дж. К. Ходли показал эффективность почти в 88 процентов. в своих испытаниях топки парового котла с теплым дутьем с воздухонагревателями и механической тягой, в то время как г-н У. Х. Брайан сообщил о восьмидесяти шести испытаниях, проведенных в обычных условиях на обычном топливе на котлах различных типов, которые показывают средний КПД всего 58%., и имеют диапазон между минимальными 34,6%. достигается с небольшим вертикальным котлом и максимумом 81,32%. с водотрубным котлом улучшенной настройки. Таким образом, возможности повышения экономии при использовании обычных котлов очевидны ”.

[38] В его “Практике работы с паровыми котлами”. Нью-Йорк, John Wiley & Sons, 1904. $ 3.00.

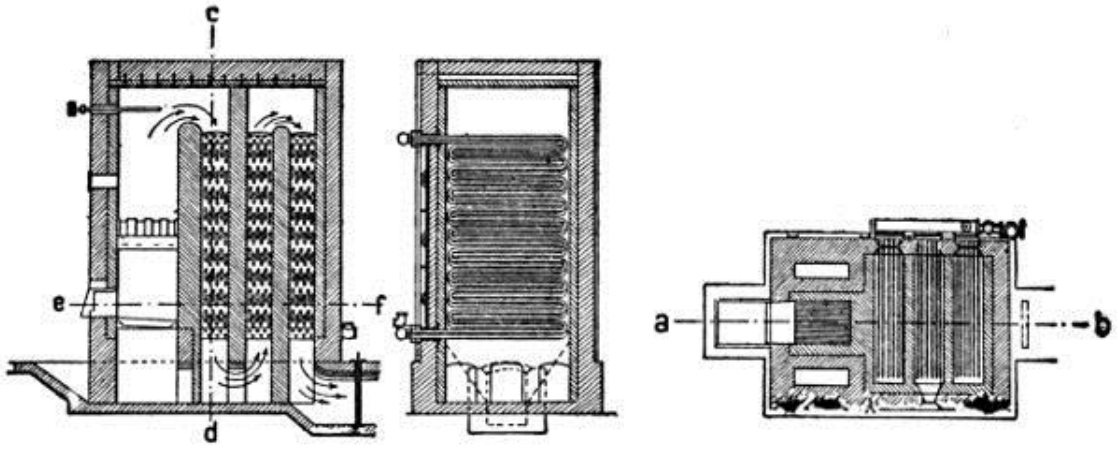


ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ, КОМПАНИЯ INTERBOROUGH RAPID TRANSIT CO.
11-я авеню и 59-я улица, Нью-Йорк.

Пароперегреватели.

Кардинальным достижением паровой техники последних лет стало совершенствование пароперегревателей; этому прогрессу во многом обязаны минеральные масла, которые теперь доступны для смазки при температурах, которые могут достигать 675 ° по Фаренгейту. Когда пар расширяется для выполнения работы, его температура падает, и большая его часть конденсируется в виде воды, что приводит к заметной потере эффективности и повреждению емкостей из-за сильных ударов молотком. Пароперегреватель позволяет избежать этой проблемы, повышая начальную температуру пара настолько, что конденсация либо полностью прекращается, либо значительно уменьшается. Устройство обычно представляет собой гнездо из трубок, размещенных в топке рядом с котлом; или трубы могут нагреваться собственным огнем вдали от котла. Пароперегреватель Schmidt имеет длинные параллельные изогнутые трубы, соединяющие два параллельных коллектора. Его можно применять непосредственно в котлах локомотивов без существенных модификаций и без проверки тяги. На Канадской Тихоокеанской железной дороге около двухсот простых локомотивов были оснащены пароперегревателями, что позволило снизить расход угля до 87, 85, 83 и всего лишь 76 процентов. по сравнению с составными двигателями, не имеющими пароперегревателей. В Сент-Луисе в 1904 году Пенсильванская железная дорога провела сложные испытания различных локомотивов. Самый экономичный составной двигатель ежечасно потреблял 18,6 фунтов обычного насыщенного пара на указанную лошадиную силу. С помощью пароперегревателя этот расход был снижен до 16,6 фунтов, что позволило сэкономить 10,75%. См. стр. 241. В Германии портативные паровые двигатели мощностью от 150 до 220 лошадиных сил, перегревающие пар на 150-170 ° по Цельсию

выше температуры насыщения, в составных типах снизили потребность в паре до 12,47 фунтов на лошадиную силу в час, а в модели с тройным расширением - до 9,97 фунтов. Во всех случаях паропровод проходит как можно более короткий путь между пароперегревателем и цилиндром.



A
Продольный разрез на a, b.

B
Поперечное сечение на c, d.

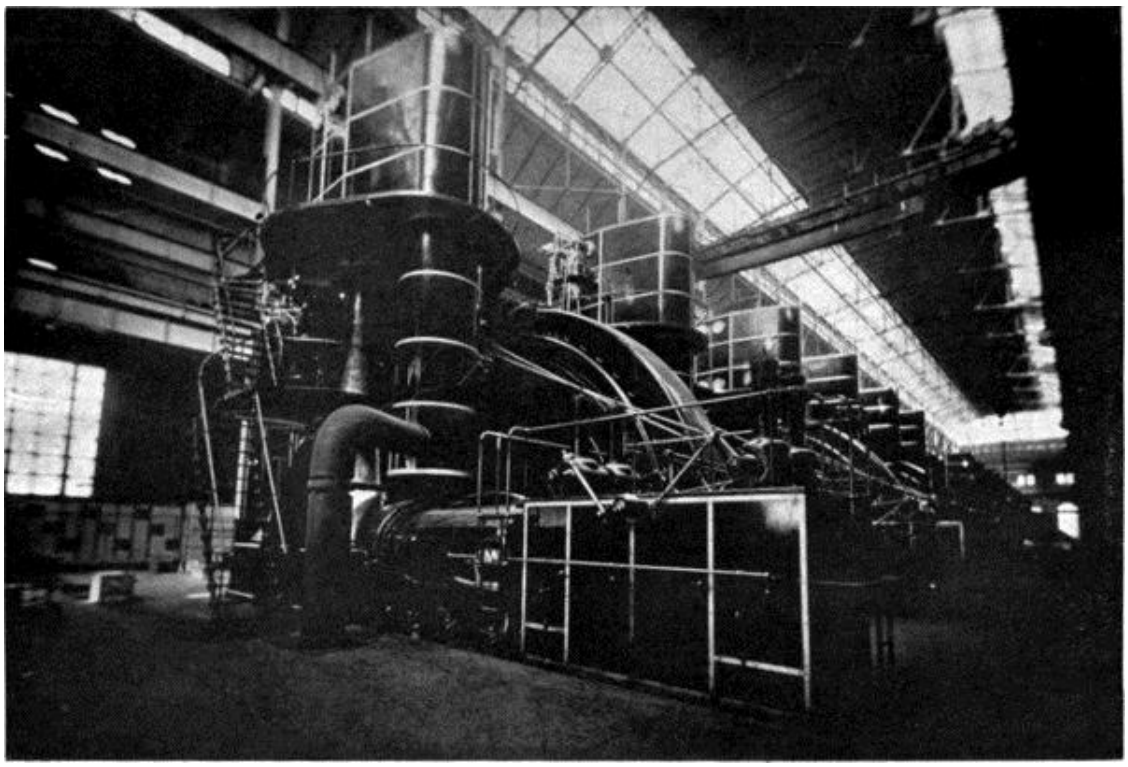
C
Горизонтальный разрез на e, f.

Пароперегреватель Шмидта.

Увеличенная иллюстрация (138 кБ)

Улучшенные конденсаторы.

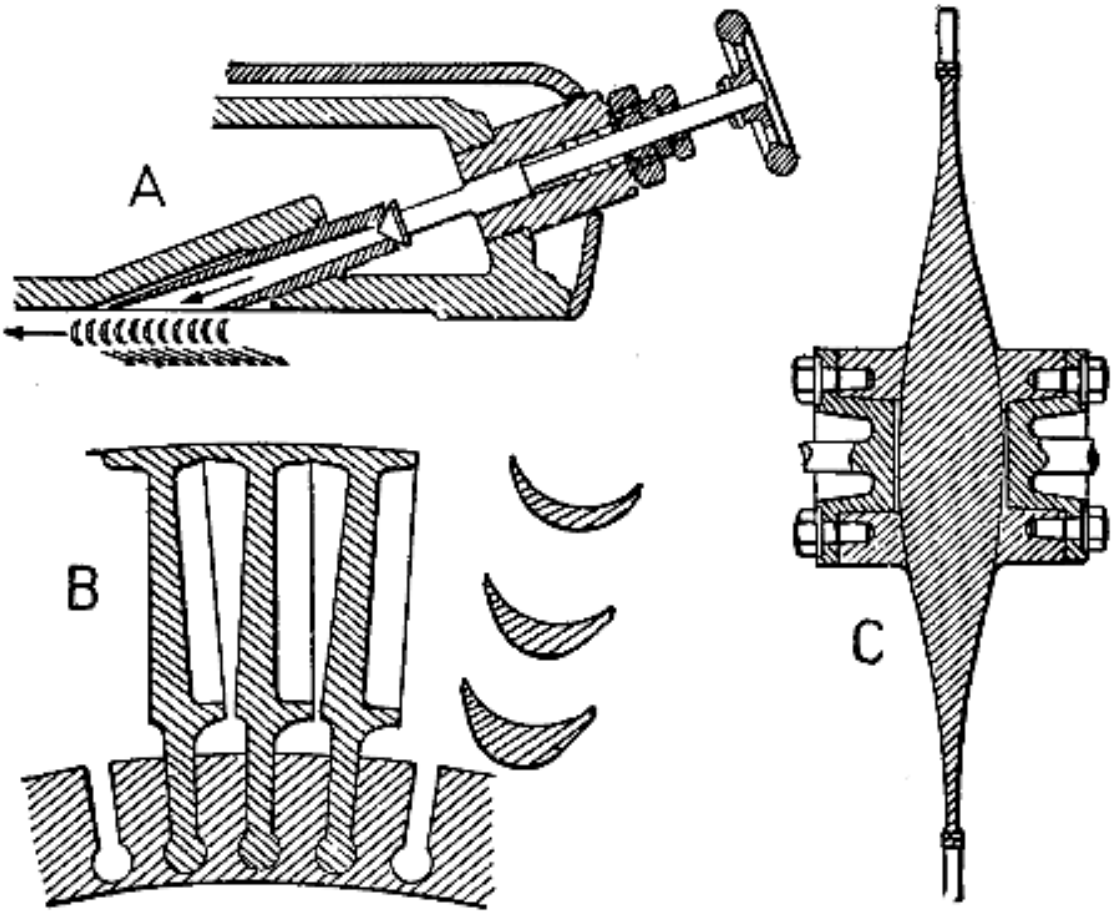
Благодаря усовершенствованной конструкции профессор Р. Л. Уэйтон из колледжа Армстронга, Ньюкасл-он-Тайн, удвоил эффективность поверхностного конденсатора и сократил потребление воды на 44%. В его устройстве конденсирующаяся вода поступает в основание и выходит наверху после нескольких контуров вместо двух, как в обычном конденсаторе. Этот новый аппарат сливается секциями, вместо того чтобы позволять конденсированному пару скапливаться на дне, как это обычно делается. Этот секционный дренаж осуществляется путем разделения внутренней части на диафрагмы, несколько наклоненные к горизонтали, так что конденсирующаяся вода удаляется по мере образования и не перетекает из верхних трубок в нижние. Преимущество такого устройства заключается в том, что большая часть конденсации происходит в верхней части конденсатора, где пар сначала попадает на трубы. Устройство Weightton в сочетании с сухими воздушными насосами обеспечивает конденсацию 36 фунтов пара на квадратный фут поверхности в час при снижении давления до одной двадцатой барометрического (1½ дюйма по сравнению с 30), используя в качестве конденсируемой воды в 28 раз больше, чем питательной, при температуре на входе 50 ° по Фаренгейту.



ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ INTERBOROUGH RAPID TRANSIT CO.,
11-я авеню и 59-я улица, Нью-Йорк.
Показана группа паровых машин Эллиса-Чалмерса.

Паровые турбины.

Долгое время, вплоть до девятнадцатого века, вода поднималась поршнями, движущимися в цилиндрических насосах. Тем временем популярность турбины в качестве водяного двигателя неуклонно росла, достигнув, наконец, высокой эффективности. Это дало конструкторам подсказку повернуть турбину вспять и использовать ее в качестве водоподъемника или насоса: эта машина, должным образом сконструированная, с непрерывным, а не прерывистым движением, показала гораздо лучшие результаты, чем старомодный насос. Соответственно, турбинный насос используется для многих крупных гидротехнических сооружений, глубоких шахт и подобных установок. Этот переход от движения взад-вперед к вращательному действию непреодолимо распространился на пар в качестве движущей силы. Было ясно, что если бы пар можно было использовать в турбине примерно так же, как воду, то большая часть сложностей и потерь, присущих поршневым двигателям, была бы устранена. Изобретателем-первопроходцем в этой области был Гюстав Патрик Де Лаваль из Стокгольма, который сконструировал свою первую паровую турбину по знакомым линиям завода Баркера. Пар настолько легок, что для его максимального использования в качестве струи требуется скорость около 2000 футов в секунду, скорость, которую не может выдержать ни один материал, обладающий достаточной прочностью. Используя для своих турбин самые прочные металлы, Де Лаваль способен развивать скорость самых быстрых деталей до 1400 футов в секунду. Его аппарат дешев, прост и эффективен; его мощность ограничена примерно 300 лошадиными силами. Его главной особенностью является расширяющееся сопло, которое позволяет выходящему пару полностью расширяться со всем эффектом, реализуемым в паровом цилиндре, оснащенном расширительным клапаном. Еще одно устройство Де Лаваля, которое делает его турбину безопасным и желанным первичным двигателем, - это гибкий вал, который имеет небольшой люфт самовосстановления при экстремальных темпах вращения.

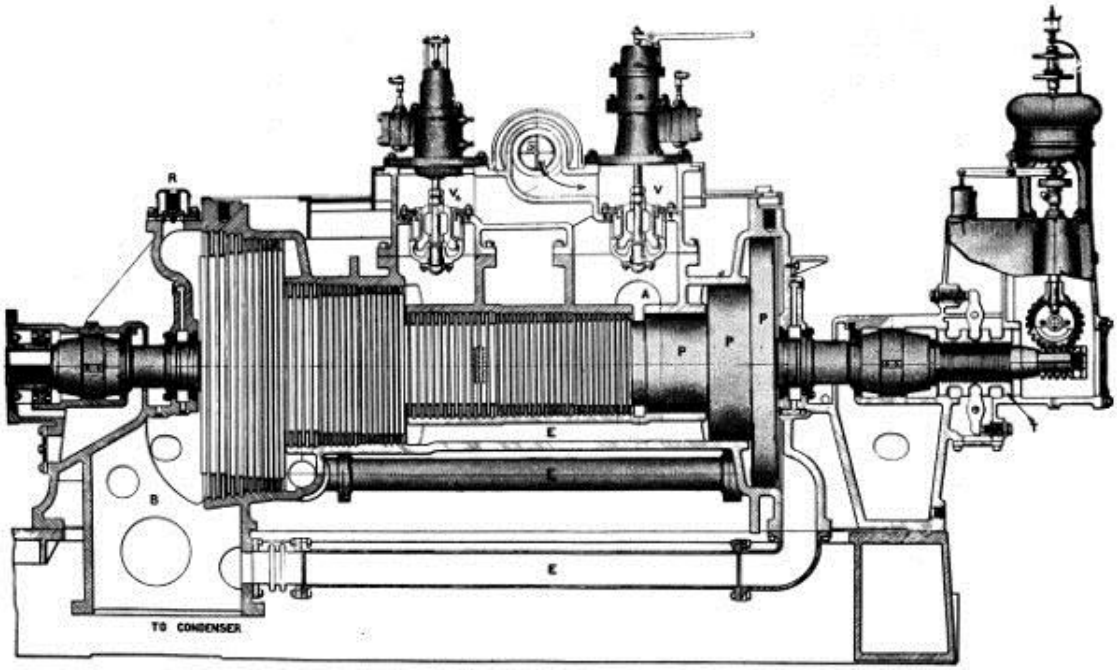


A, сопло и клапан Лаваля в разрезе. B, ковши турбины. C, колесо турбины.

Паровая турбина Парсонса.

Из турбин прямого действия Де Лаваль является главной; из составных турбин, в которых пар расширяется последовательно, первая и наиболее широко принятая была изобретена достопочтенным Дж. Чарльз А. Парсонс из Ньюкасла-на-Тайне. Из его обращения в Институт инженеров—электриков в начале 1905 года был взят следующий рассказ:-

“На заре электрического освещения скорость динамо-машин была намного выше скорости двигателей, которые приводили их в движение, и поэтому приходилось прибегать к ремням и другим формам зацепления. Таким образом, создание высокооборотимого двигателя имело большое значение, и это привело к рассмотрению возможностей паровой турбины. Сразу было видно, что частота вращения любого отдельного турбинного колеса, приводимого в движение паром, была бы чрезмерной без зацепления, и для получения прямого привода необходимо было принять составную форму, в которой было несколько турбин последовательно, и, таким образом, при расширении пара небольшими порциями скорость вращения была снижена до умеренных пределов. Даже тогда, при небольших размерах динамо-машин, использовавшихся в то время, скорость была высокой, и поэтому пришлось разработать специальную динамо-машину. Вообще говоря, увеличение частоты вращения динамо-машины увеличивает ее мощность, и поэтому было очевидно, что такая высокоскоростная динамо-машина была бы очень экономичной по материалу.



ПАРОВАЯ ТУРБИНА ВЕСТИНГАУЗА-ПАРСОНСА.
A и S - впуски пара. B - выпуск. P, P, P, балансировочные поршни. T, регулировочный подшипник. R, предохранительный клапан. V, первичный впускной клапан. V_S, вторичный впускной клапан.

Увеличенная иллюстрация (223 кБ)

Эти соображения привели в 1884 году к постройке первой составной паровой турбины. Он имел мощность около 10 лошадиных сил и совершал 300 оборотов в секунду, диаметр якоря составлял около трех дюймов. Эта машина, которая удовлетворительно работала в течение нескольких лет, сейчас находится в музее Южного Кенсингтона. Сконструированные впоследствии турбины имели две группы из 15 последовательных турбинных колес, или рядов лопаток, на одном барабане или валу внутри концентрического корпуса справа и слева от входа пара, при этом подвижные лопатки располагались кольцевыми рядами, выступающими наружу из вала и почти соприкасающимися с корпусом, а неподвижные или направляющие лопатки были аналогичной формы и выступали внутрь из корпуса и почти соприкасались с валом. Таким образом, был образован ряд турбинных колес на одном валу, и каждое из них само по себе подобно водяной турбине с параллельным потоком: пар, выполнив свою работу в каждой турбине, переходит к следующей и сохраняет свою продольную скорость без ударов, постепенно понижая давление по мере прохождения через каждый ряд лопастей и постепенно расширяясь. Каждый последующий ряд лопастей был немного больше по проходу, чем предыдущий, чтобы обеспечить увеличение объема упругого пара, и, таким образом, скорость потока регулировалась таким образом, чтобы работать с наибольшей степенью эффективности на каждой турбине серии. ... Это был идеальный роторный двигатель, но у него были свои ограничения. Сравнительно высокая частота вращения, необходимая для такого маленького двигателя, затрудняла предотвращение раскручивания вала, так что значительные зазоры были признаны обязательными, что привело к утечке и потере эффективности. Предполагалось, что эти дефекты уменьшатся по мере увеличения объема двигателя с соответствующим снижением скорости. Поэтому в 1888 году для станций электрического освещения было построено несколько турбогенераторов переменного тока, все параллельного типа и без конденсации. В 1894 году машины были значительно усовершенствованы, форма лезвия была улучшена, и

в течение всего времени была достигнута большая механическая прочность . . . . Сегодня (1905 г.) при давлении пара 140 фунтов, 100 ° по Фаренгейту. при перегреве и вакууме 27 дюймов, при показаниях барометра 30 дюймов, потребление в круглых цифрах выглядит следующим образом: —Для установки мощностью 100 киловатт (134 лошадиных силы) требуется около 25 фунтов пара на киловатт-час при полной нагрузке, для установки мощностью 200 киловатт (268 лошадиных сил) требуется 22 фунта, для установки мощностью 500 киловатт (670 лошадиных сил) требуется 19 фунтов, для установки мощностью 1500 киловатт (2 010 лошадиных сил) - 18 фунтов и для установки мощностью 3000 киловатт (4 020 лошадиных сил) - 16 фунтов. (или 12 фунтов на лошадиную силу в час). Без перегрева потребление составляет около 10%. больше, и каждые 10 ° по фаренгейту перегрева примерно до 150 ° снижают потребление примерно на 1%.

“Хороший вакуум имеет большое значение в турбине, поскольку расширение может осуществляться в турбине вплоть до разрежения в конденсаторе, что практически невозможно в случае поршневого двигателя из-за чрезмерного размера цилиндра низкого давления, отверстий, проходов и клапанов, которые потребовались бы. Каждый дюйм вакуума в диапазоне от 23 до 28 дюймов снижает потребление примерно на 3%. при мощности 100 киловатт - на 4%. при мощности 500 киловатт - на 5%. в турбине мощностью 1500 киловатт эффект больше при высоком вакууме и меньше при низком ”.

Судовые паровые турбины.

В 1894 году мистер Парсонс спустил на воду свою “Турбинию”, первый пароход, приводимый в движение турбиной. Ее послужной список был настолько отрадным, что из года в год строилась череда судов, оснащенных аналогичным образом, для экскурсионных маршрутов, для транзита через Британский канал, для Королевского военно-морского флота Великобритании и для коммерческой морской службы. Тридцать пятый из этих кораблей, “Викторианец” линии Аллан, первым пересек Атлантический океан и прибыл в Галифакс, Новая Шотландия, 18 апреля 1905 года. За ней последовал “вирджинец” той же линии, который прибыл в Квебек 8 мая 1905 года. Вскоре после этого компания Cunard отправила из Ливерпуля в Нью-Йорк “Карманию", оснащенную паровыми турбинами и во всех других отношениях аналогичную “Каронии” тех же владельцев, которая приводится в движение поршневыми двигателями лучшей модели. Пока что сравнение между этими двумя кораблями в пользу “Кармании”. Новые корабли-монстры Cunarders, “Лузитания“ и ”Мавритания", мощностью по 70 000 лошадиных сил каждый, будут приводиться в движение паровыми турбинами. Таким образом, профессор Карл К. Томас приводит основные причины этого предпочтения:—

Снижение эксплуатационных затрат на топливо, рабочую силу, масло и ремонт.

Предотвращается вибрация, вызванная работой оборудования.

Меньший вес оборудования и перевозимого угля, что приводит к увеличению скорости.

Большая простота конструкции и эксплуатации оборудования, снижающая вероятность несчастных случаев и поломок.

Пропеллеры меньшего размера и более глубоко погруженные, что снижает склонность техники к работе в плохую погоду.

Снижение центра тяжести оборудования в целом и увеличение пространства над ним.

По последним данным, снизилась в первую очередь стоимость техники.[39]

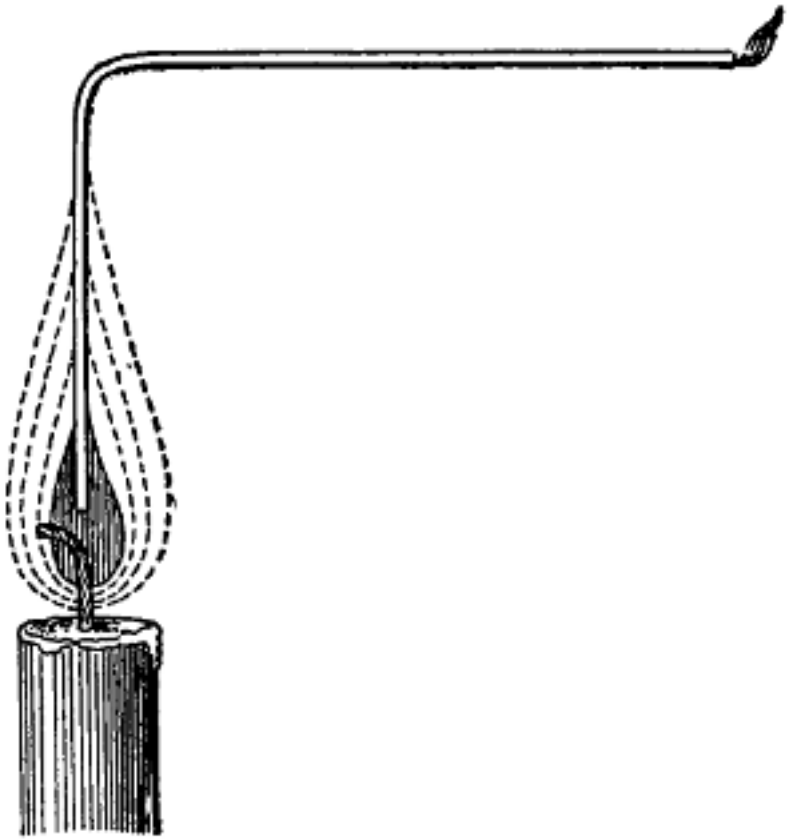
[39] “Паровые турбины” Карла К. Томаса, профессора морской инженерии Корнельского университета, всеобъемлющая и авторитетная работа, полностью иллюстрированная. Нью-Йорк, "Джон Уайли и сыновья", 1906. 3,50 доллара.

ГЛАВА XXXI
ДВИЖУЩИЕ СИЛЫ, СОЗДАВАЕМЫЕ При НОВОЙ ЭКОНОМИКЕ — *Продолжение*. УСЛУГИ ОТОПЛЕНИЯ

Производственный газ . . . Промышленный газ . . . Доменные газы . . . Газовые двигатели . . . Сравнение паровых и газовых двигателей . . . Лучше всего дизельный двигатель. . . Бензиновые двигатели . . . Спиртовые двигатели . . . Объединенные паровые и газовые двигатели . . . Объединенное производство тепла и электроэнергии . . . Централизованное паровое отопление . . . Изолированные электростанции . . . Электрическая тяга и другие важные услуги . . . Газ для обеспечения тепла, света и электроэнергии.

Газоваяэлектростанция.

Пар как движущая сила находит своего самого грозного конкурента в дешевых газах, знакомые разновидности которых уже давно используются для освещения. Простой эксперимент показывает, с какой легкостью можно получить газ, который при надлежащем охлаждении может переноситься на большие расстояния без образования конденсата, уменьшающего количество пара. Возьмите узкую трубку из металла или йенского стекла, открытую с обоих концов: приложите один конец к фитилю горящей свечи, к другому концу приложите зажженную спичку, и сразу же вспыхнет пламя. Вот миниатюрный газовый завод; рядом с фитилем под действием тепла выделяются горючие газы, которые, прежде чем они успевают сгореть, передаются по трубке в точку, находящуюся на расстоянии фута от него, где при воспламенении дают яркое пламя. Расширьте эту операцию так, чтобы вместо унции воска вы перегоняли тонны угля из сотен больших реторт; установите газгольдер размером с купол Капитолия в Вашингтоне; вместо коротких труб проложите мили труб по проспектам и улицам города, и тривиальный эксперимент расширится до освещения ста тысяч домов. Вот и все для разделения процесса сжигания пополам, проведения газификации в одном месте в огромных масштабах и сжигания полученного газа в любое время и в любом месте, когда вам заблагорассудится. Одним из главных преимуществ этого процесса является то, что можно использовать уголь, древесину и другие источники газа, которые намного дешевле воска или масла. Рядом с ретортами, которые газифицируют уголь или древесину, установлены скрубберы, которые удаляют нежелательные вещества, содержащиеся в газе, — смолу, серу и так далее, — и все это продается по хорошим ценам. Именно в 1792 году Уильям Мердок, помощник Джеймса Уатта на заводе в Сохо близ Бирмингема, изобрел газовое освещение. Его предприятие стало посевным материалом для целого ряда отраслей промышленности, которые достигли первостепенного значения и сегодня развиваются быстрее, чем когда-либо прежде. Осветительный газ с момента его первого появления иногда приводил к катастрофе; когда он просачивается через стык в помещение, он быстро соединяется с воздухом; мгновенно при проникновении пламени происходит сильный взрыв, то есть резкий выброс огромной энергии, высвобождаемой при обстоятельствах, которые приносят только вред. Можно ли направить энергию, как в случае взрывных работ, с пользой?



Горючий газ от свечи отводится по трубке на некоторое расстояние и там сжигается.

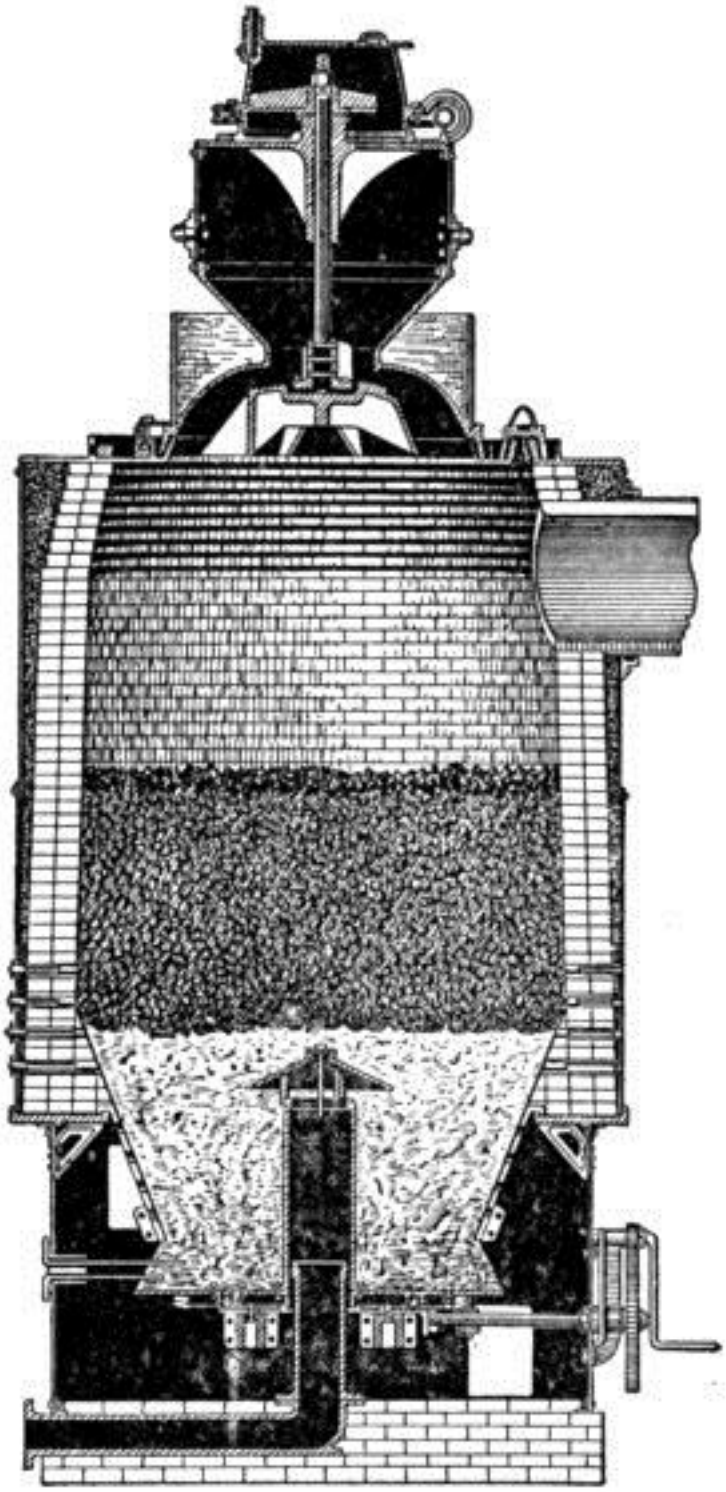
Да, еще в 1794 году Роберт Стрит сконструировал насос, приводимый в действие выбросом паров скипидара под поршнем двигателя. За ним последовали изобретатели, которые использовали осветительный газ в качестве движущего вещества; среди них в 1860 году был Ленуар из Парижа, который построил двигатель двойного действия с электрическим воспламенителем типа скачкообразной искры, который сегодня широко используется. Его двигатель потреблял 95 футов бензина в час на каждую лошадиную силу, что означало, что с коммерческой точки зрения двигатель вышел из строя. Конструкция Ленуара была настолько усовершенствована, что теперь большие газовые двигатели вырабатывают в движущей силе пятую часть всей стоимости своего топлива, что вдвое превышает КПД лучших паровых двигателей или турбин и в пять раз выше, чем у аппаратов Ленуара.

Добывающий газ.

Как был достигнут этот замечательный результат, мы рассмотрим чуть позже, когда вкратце рассмотрим конструкцию типичного газового двигателя. На этом этапе давайте обратим внимание на то, что газ, пригодный для двигателя, производится с наименьшими затратами, причем затраты намного меньше, чем в случае осветительного газа, который составляет лишь треть угля, помещаемого в дистилляционные реторты. Вместо этого процесса дистилляции "производящий” газ образуется за счет модифицированного сгорания, при котором газифицируется все топливо. В производителях стандартного типа атмосферный кислород вступает в контакт с раскаленным углеродом угля или древесины, образуя углекислый газ, CO_2. Тепло, выделяемое этим соединением, поглощается углекислым газом и азотом подаваемого воздуха. Эти газы, поднимаясь через топливо, доводят его до накала, так что углекислый газ захватывает еще один атом углерода, превращаясь в монооксид углерода, CO, легковоспламеняющийся газ. Если бы в топливе не было примесей, если бы поступающий воздух был полностью свободен от влаги, объем газов составлял бы 34,7%.

содержание монооксида углерода и 65,3%. азот с теплотворной способностью на кубический фут около 118 британских тепловых единиц, что соответствует теплоте, необходимой для повышения температуры фунта воды до 40 ° по Фаренгейту с 39 °, когда ее плотность максимальна. Образующийся таким образом газ очень горячий; и поскольку обычно он содержит серу, пыль, грязь и другие примеси, для их удаления водой в скруббере потребуется около 30% отходов. от тепла топлива. Эти потери значительно уменьшаются за счет подачи в генератор не только воздуха, но и пара для разложения на кислород и водород; кислород соединяется с углеродом с образованием большего количества монооксида углерода, в то время как водород является наиболее ценным нагревательным компонентом в выбрасываемом потоке газов. Если бы через генератор пропускался только воздух, выходящие газы содержали бы азот в количестве 65%.; при загрузке частично воздуха и частично пара этот процент падает до 52; поскольку азот бесполезен и расточительно поглощает тепло, такое уменьшение его количества является выгодным. При должным образом регулируемом подаче пара в производителе поддерживается температура, достаточная для разложения пара, но не настолько высокая, чтобы излишне горячие газы поступали в очиститель.

В случае использования водяного газа метод заключается в вдувании пара в топливо до тех пор, пока не прекратится разложение; затем подачу пара отключают, дают огню отдавать интенсивное тепло, когда впрыскивается больше пара, и так далее с перерывами.



Taylor gas-производитель.
R. D. Wood & Co., Филадельфия.

Производитель газа.

Производственный газ используется более широко, чем водогазовый. Это разработано в аппаратах многих хороших конструкций: давайте взглянем на газогенератор Taylor, построенный R. D. Wood & Company, Филадельфия. Топливо поступает постоянным потоком в контролируемом количестве через автоматическую систему подачи Bildt, которая имеет постоянно вращающийся распределитель с отклоняющими поверхностями. Раскаленное топливо подается на слое золы толщиной в несколько футов, так что уголь постепенно

прогорает и остывает, прежде чем его зола будет выброшена. По трубопроводу воздушная струя поднимается через этот слой золы туда, где горит топливо; с этой воздушной струей соединена труба, пропускающая пар; объединенные воздух и пар выбрасываются радиально. В стенках производителя имеются смотровые или контрольные отверстия, расположенные таким образом, чтобы в любой момент можно было наблюдать линию, отделяющую золу от тлеющего топлива. Когда эта линия становится выше с одной стороны, чем с другой, используются должным образом установленные скребки. В нижней части устройства находится вращающийся стол Тейлора, который измельчает золу так быстро, как только она поднимается выше желаемой глубины, скажем, каждые шесть-двадцать четыре часа, в зависимости от скорости обработки. В крупных производителях слой золы укладывается глубиной около трех с половиной футов, так что у любого угля, который может пройти точку поступления воздуха, есть достаточно времени, чтобы полностью выгореть: в производителе с обычной колосниковой решеткой такой уголь нерационально падал бы в зольник. При вращении зольного стола Тейлора он измельчает нижнюю часть слоя топлива, закрывая все каналы, образованные воздушной струей, и сводя к минимуму образование углекислого газа, бесполезного продукта. Несколько толчков рукоятки с частыми интервалами поддерживают топливо в твердом состоянии, уменьшая необходимость протыкания сверху.

Другие американские производители отличаются от оборудования Wood деталями конструкции и работы; в принципе, все они во многом схожи. Любой хороший производитель хорошо работает с дешевым топливом, битуминозными углями низкого качества, золой, бурым углем, древесиной, торфом, древесной корой и даже соломой из молотилки. С каждым из них должна быть произведена соответствующая модификация механизма, а также средств нагнетания воздуха и пара в огонь. Всасывающая установка может использоваться при сжигании высококачественных видов топлива, таких как кокс, антрацит или древесный уголь; благодаря тому, что потоки воздуха и пара автоматически втягиваются в производитель, окружающее помещение вряд ли будет заполнено вредными газами, которые иногда могут выбрасываться установкой, работающей под давлением.

Газ Монд.

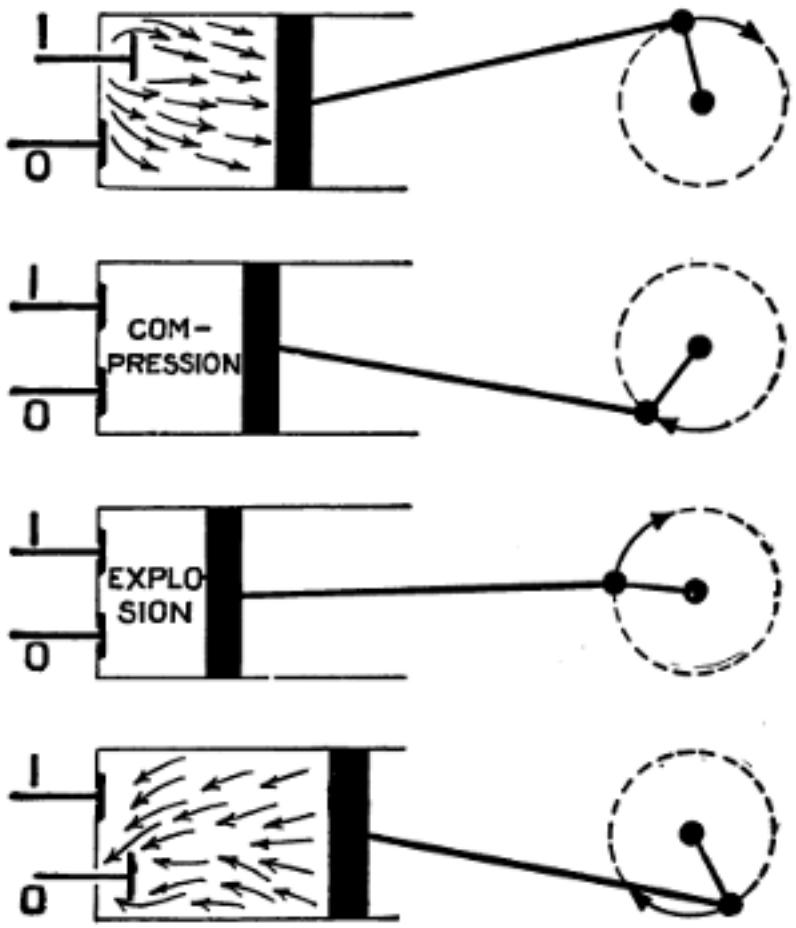
В Англии газовые электростанции гораздо крупнее и сложнее, чем в Америке. Самые крупные из них были построены Лондонской энергетической газовой корпорацией по патентам Монда, Даффа и Талбота. Установка Mond дает газ с содержанием 84%. от теплотворной способности потребляемого угля, которая может быть снижена на шесть шиллингов, или 1,46 доллара, за тонну. Там, где используется более тридцати тонн угля в день, стоит перехватить сульфат аммиака, составляющий 90 фунтов на тонну угля, который у мелких производителей нелегко изъять. Газ Mond не содержит смол, очищен от сажи и пыли и содержит меньше серы, чем обычный газ-производитель. Операция достаточно проста: сначала шлам подается в бункеры над производителями. Из них он подается загрузками весом от 300 до 1000 фунтов в патрубок добывающего устройства, где происходит первый нагрев: продукты перегонки проходят вниз, в горячую зону топлива, прежде чем присоединиться к основной массе газа, выходящего из добывающего устройства. Это превращает смолу в неподвижный газ и подготавливает шлам к спуску в корпус производителя, где на него воздействует воздушная струя, насыщенная водяным паром при температуре 185 ° по Фаренгейту и перегретая до соприкосновения с топливом. Поток горячих газов от производителя теперь проходит через стиральную машину, прямоугольную железную камеру с боковыми желобами, где водяные брызги, отбрасываемые вращающимися приборными щитками, снижают температуру газов примерно до 194 ° по

Фаренгейту. На установках, которые извлекают сульфат аммония, газ проходит через облицованную свинцом колонну, заполненную плитами большой площади, где он встречается с нисходящим потоком кислого раствора, циркулирующего с помощью насосов, содержащего сульфат аммония примерно на 4%. избыток свободной серной кислоты. При соединении аммиака с этой свободной кислотой образуется еще больше сульфата аммония. Газы, освобожденные от содержащегося в них аммиака, направляются в градирню, где они встречают нисходящий поток холодной воды, осуществляющий дальнейшую очистку, прежде чем газы попадут в магистральную трубу для доставки потребителям. По своему общему плану завод Mond напоминает завод по производству осветительного газа, особенно в том, что касается извлечения прибыльных побочных продуктов. Из тонны слэка, стоимость которого в Англии составляет 1,46 доллара, получается 90 фунтов сульфата аммония стоимостью 1,92 доллара или около того.[40]

[40] “Добывающий газ и газодобывающие компании” Сэмюэля С. Уайера - ценный трактат, полностью иллюстрированный. Нью-Йорк, журнал инженерного дела и горного дела, 1906. $ 4,00.

Доменные газы.

В течение многих лет пламя доменных и коксовых печей свидетельствовало о растрате ценных газов, особенно горючего монооксида углерода, который является основным ингредиентом производственного газа. Когда мы узнаем, что уголь или кокс при выплавке чугуна отдает руде всего три процента тепла. мы начинаем понимать, насколько тяжелыми были столь длительные потери. В течение нескольких последних лет газы, выбрасываемые из доменных печей, использовались для нагрева поступающего воздуха для воздуходувок и для выработки пара для двигателей. Газовый двигатель с вдвое большей эффективностью, чем паровые двигатели, позволяет эффективно очищать печные газы от пыли и грязи, чтобы они не могли повредить приводимый в движение механизм. Эффективное очищающее средство действует путем отделения газов от их примесей с помощью центробежной силы. На металлургическом заводе Лакаванна в Буффало, штат Нью-Йорк, восемь газовых двигателей мощностью по 1000 лошадиных сил каждый работают на доменных газах. Вполне может оказаться, что установки такого рода приведут к появлению других доменных печей в городах, где продажа электроэнергии будет составлять значительную статью прибыли.



Четырехтактный газовый двигатель. I, впускной клапан. O, выпускной клапан.

Газовые двигатели.

Первые газовые двигатели использовали газ и воздух при обычном атмосферном давлении; через определенные промежутки времени заряд взрывался раскаленной трубкой, открываемой золотниковым клапаном, или, согласно общепринятой в настоящее время практике, электрической искрой типа jump. В 1862 году Де Роша запатентовал, а в 1876 году Отто построил двигатель на модели, которая до сих пор пользуется спросом. Его кардинальной особенностью является сжатие каждого заряда. В области паровой техники мы знаем, насколько большой экономии можно добиться, начав работу с высоким давлением. Аналогичный выигрыш достигается при сжатии газов в цилиндре перед взрывом; каким бы ни было их давление перед воспламенением, оно утрояется или учетверяется при воспламенении, что дает значительную прибыль за счет работы сжатия. Четырехтактный процесс, разработанный Де Рочасом, протекает следующим образом: -Во—первых, за счет всасывания смеси газа и воздуха в должных пропорциях во время внешнего хода поршня. Во-вторых, этот заряд сжимается за счет внутреннего хода поршня. В-третьих, компрессионный заряд воспламеняется, предпочтительно с помощью электрической искры, когда поршень движется наружу под действием изначально экстремального давления. В-четвертых, открывается выпускной клапан, и отработавшие газы выбрасываются, когда поршень возвращается для завершения своего цикла. Поскольку только один из четырех ходов поршня является рабочим ходом, необходимо использовать тяжелый маховик, чтобы выровнять движение двигателя. Когда два или более двигателей объединены, их поршневые штоки соединены с общим валом таким образом, чтобы распределять рабочие такты с наилучшим эффектом балансировки. В четырех двигателях штоки поршней могут

располагаться на расстоянии 90 градусов друг от друга, так что всегда выполняется один рабочий ход. Этот план принят для бензиновых двигателей автомобилей, так что они обслуживаются сравнительно небольшими маховиками.

В своей работе о газовом двигателе профессор Ф. Р. Хаттон обсуждает преимущества и недостатки этого двигателя.[41] С его любезного разрешения его основные выводы могут быть таким образом обобщены, в первую очередь относительно преимуществ:—

[41] “Газовый двигатель: трактат о двигателе внутреннего сгорания, использующем газ, бензин, керосин или другой углерод в качестве источника энергии”. Ф. Р. Хаттон, профессор машиностроения Колумбийского университета. Нью-Йорк, John Wiley & Sons. $5.00.

Тепловая энергия воздействует непосредственно на поршень, без участия вспомогательных устройств. Экономия топлива выше, чем при использовании пара, поскольку нет печи или дымохода, которые могли бы отводить тепло. Топливо не тратится впустую при запуске двигателя или после остановки двигателя. Устраняются объем, вес и стоимость печи и котла, а также их потери из-за радиации. Газовый двигатель обладает портативностью, которая пригодна для таких важных отраслей промышленности, как лесозаготовки. Его можно запустить сразу, без задержки, как при разведении огня под котлом; когда подача топлива прекращается, двигатель останавливается и не требует внимания: это важно в автомобильной практике. Газовые двигатели выгодно объединены с системами хранения газа, так что производитель может работать с высокой эффективностью, когда это удобно, а газ хранится в резервуарах до необходимости: это полезно, когда завод работает сверхурочно или подвержен экстремальным нагрузкам в определенные часы дня. В дополнение к этому существует преимущество разделения силовых агрегатов на крупной установке: каждый двигатель может получать газ по трубопроводам без потерь и эксплуатироваться по своему усмотрению. Скорость распространения пламени делает возможным большое число оборотов вала в минуту, так что многоцилиндровый двигатель мало весит по сравнению с его мощностью. Нет никакой опасности взрыва котла или неприятностей из-за загрязнений, отложившихся с водой в котле. Нет открытого пламени или слоя топлива, требующего внимания. Механизм двигателя прост, а его движущихся частей немного. Кроме того, газовый или масляный двигатель обеспечивает бездымное сгорание. Топливо не требует разбавляющего избытка воздуха с его охлаждающим эффектом и случайной тратой энергии. Предотвращается попадание пыли, искр и золы, что снижает риск возгорания. Жидкое или газообразное топливо может подаваться насосами или воздуходувками, что позволяет избежать затрат на обращение с ним.

Что касается недостатков: —В четырехтактном двигателе за четыре хода поршня приходится всего один рабочий ход. В двухтактном двигателе за два хода приходится один рабочий ход. При заданном среднем давлении цилиндр газового двигателя должен быть больше, чем паровой цилиндр двойного действия. В одноцилиндровых газовых двигателях усилие на проворачивание неравномерно; следовательно, требуется тяжелый маховик или необходимо соединить несколько цилиндров вместе, что значительно увеличивает вес. Двигатель не запускается простым движением рычага или клапана. Его необходимо запускать с помощью вспомогательного устройства, запасенного энергией, достаточной для выполнения одного рабочего хода. Паровой двигатель может быть перегружен для удовлетворения кратковременных потребностей в дополнительной мощности, чего нельзя сказать о газовом двигателе. Экстремальные температуры цилиндра требуют системы охлаждения воздухом или водой, что увеличивает вес и приводит к пустой трате энергии; кроме того, эти температуры могут серьезно деформировать механизм, затрудняя смазку и делая ее ненадежной. В выхлопных трубах и каналах могут происходить взрывы определенной силы,

если двигатель не отрегулирован и не эксплуатируется должным образом. При недостаточном сгорании топлива рабочие части засоряются сажей или ламповой сажей, что особенно повреждает приборы зажигания. Начальное давление настолько велико, что вызывает вибрацию и сотрясение. Управлять нелегко, поскольку взрыв происходит практически мгновенно. Обычный двигатель работает с максимальной эффективностью только при работе на определенной скорости. Изменять эту скорость гораздо сложнее и расточительнее энергии, чем при использовании паровой машины.

Газовые двигатели, объединенные с производителями газа, успешно используются на судах. Это направление, с его высокой премией за снижение расхода топлива, что означает увеличение пространства для перевозки грузов, вероятно, будет в значительной степени развито в ближайшем будущем. Кроме того, вскоре мы можем ожидать, что локомотивы продемонстрируют аналогичную комбинацию с прибыльными результатами.

Сравнение паровых и газовых двигателей.

В 1904 и 1905 годах Геологическая служба США сравнила в Сент-Луисе паровой двигатель с газовым двигателем мощностью 250 лошадиных сил, каждый из которых использовал 24 разновидности бурого угля и битуминозных углей. Паровой двигатель был простым, без конденсации, без кожуха типа Corliss фирмы Allis-Chalmers Company, Милуоки. Газовый двигатель представлял собой трехцилиндровую вертикальную модель от Westinghouse Machine Company, Питсбург. Газ для него поставлялся газогенератором Taylor, поставляемым R. D. Wood & Company, Филадельфия, конструкции, показанной на странице 460.

Официальный отчет в трех частях, полностью иллюстрированный и подробно описывающий тесты, был опубликован the Survey в начале 1906 года. На странице 978 второй части обобщены 14 сравнительных тестов. Они показывают, что на газовой установке для выработки одной электрической лошадиной силы в час расходовалось в среднем 1,70 фунта топлива; на паровой установке расход составлял 4,29 фунта, что в два с половиной раза больше. С аппаратурой, адаптированной к определенному виду топлива, с более крупными и экономичными двигателями лучшие результаты были бы показаны как на паре, так и на газе. Однако компетентные критики полагают, что соотношение чистых результатов осталось бы практически таким же. Наиболее важный факт, выявленный в ходе испытаний, заключается в том, что некоторые виды топлива, например, бурый уголь из Северной Дакоты, малоэффективны при производстве пара и имеют высокую ценность при производстве газа; их влажность является недостатком для котла, но преимуществом для производителя газа. Затраты на это расследование, вероятно, окупятся во много тысяч раз, поскольку будет указан наилучший способ использования топлива, которого в изобилии в Западных и Северо-Западных штатах, а также в Канаде. См. Примечание, стр. 241.

Масляные двигатели.

В некоторых случаях нефть является наилучшим доступным топливом для двигателя, по сути, почти таким же, как и газовый двигатель. Карбюратор или форсунка превращает масло в мелкодисперсный туман, почти такой же легковоспламеняющийся, как газ. При небольших размерах для катков, молотилок или мастерских ограниченной площади бензиновый двигатель является незаменимым помощником. Дизельный двигатель мощностью 75 лошадиных сил и выше является не только лучшим масляным двигателем, но и самым эффективным тепловым двигателем, когда-либо изобретенным. Это включает в себя принцип, столь же важный, как принцип отдельного конденсатора Уатта для пара из его цилиндра.

Огненный шприц.

Чтобы понять принцип работы дизеля, давайте начнем с того, что вспомним, что для сжатия заряда в газовом двигателе существует умеренный предел; при превышении этого предела теплота сжатия преждевременно воспламеняет газы, чтобы предотвратить должное действие. Воздух в велосипедной шине сжимается, но умеренно, и все же каждый человек, который энергично работал с велосипедным воздушным насосом, знает, что вскоре его цилиндр нагревается на ощупь. Основываясь именно на этом принципе, что механическая работа преобразуется в тепло, наши деды изобрели оригинальный способ добывания огня. В шприц со стеклянным цилиндром они поместили плотно прилегающий поршень. В полость этого поршня они закрепили кусочек ваты, смоченной бисульфидом углерода. При внезапном толчке поршня в цилиндр быстро сжатый воздух стал достаточно горячим, чтобы воспламенить вату. Тепло, выделяющееся при сжатии воздуха, используется для учета в дизельном двигателе, что делает его самым экономичным преобразователем тепла в работу, когда-либо изобретенным. Сначала механизм сжимает только воздух до 500 фунтов на квадратный дюйм, затем и только после этого впрыскивается масло для горения, которое мгновенно воспламеняется от тепла сжатого воздуха. Регулятор регулирует период горения; обычно это происходит в течение одной десятой части хода, а расширение продуктов горения завершает ход. Поскольку 500 фунтов - это давление, о котором не может быть и речи для сжатия смеси воздуха и горючего газа в обычном газовом баллоне, дизельный двигатель превосходит по экономичности любой газовый двигатель, созданный на сегодняшний день. В Генте в 1903 году дизельный двигатель развивал мощность в 165 лошадиных сил на основе сырой техасской нефти с необычайным чистым КПД в 32,3 процента. На выставке в Сент-Луисе в 1904 году три дизельных двигателя, использующих масло стоимостью три цента за галлон, вырабатывали в течение семи месяцев, в течение одиннадцати часов каждый день, при половинной нагрузке, в среднем 250 киловатт при затратах на топливо всего три десятых процента за киловатт-час на распределительном щите, включая все потери генератора и линии. Инженеры первого ранга убеждены, что дизельный принцип может быть успешно воплощен в газовых двигателях. Сделав это, с успехом, приближающимся к эффективности масляного двигателя Diesel, мы можем ожидать, что паровые двигатели и турбины будут в значительной степени выведены из эксплуатации.

Бензиновые двигатели.

Бензин, хотя и стоит дороже нефти, обычно используется в автомобилях и на катерах. Его можно распылять быстрее и полнее без нагрева. Чтобы выровнять движение, свести к минимуму рывки и уменьшить вес маховика, автомобиль большой мощности обычно имеет четыре цилиндра с кривошипами, установленными под углом 90 градусов друг к другу. Впускной клапан приводится в действие принудительно и, как правило, взаимозаменяем с выпускным клапаном. Искра зажигания подается от магнето с приводом от двигателя или от аккумулятора, приводящего в действие индукционную катушку; смазка распределяется с помощью системы подачи с прицелом, регулируемой вручную. Охлаждение осуществляется за счет воды, циркулирующей насосом по рубашкам, окружающим все цилиндры и клапаны,

каждая рубашка имеет поверхность максимальной протяженности, по которой быстро вращающийся вентилятор нагнетает поток воздуха.

Спиртовые двигатели.

В течение нескольких лет Франция и Германия использовали спирт в качестве топлива в двигателях, при этом акцизный налог на алкоголь, используемый в промышленных целях, не взимался. С 1 января 1907 года это произойдет и в Соединенных Штатах, так что мы можем ожидать, что алкоголь займет ведущее место в качестве топлива в двигателях. “У него, - говорит профессор Элиу Томсон, - мощность нагрева галлон за галлоном меньше, чем у бензина, но такая же эффективность, как у двигателя внутреннего сгорания, потому что он выделяет меньше тепла в отходящих газах и в водяной рубашке. Смесь паров спирта с воздухом выдерживает гораздо большее сжатие, чем смесь бензина и воздуха, без преждевременного взрыва. ... В настоящее время начинается применение двигателя внутреннего сгорания для железнодорожных вагонов на коротких линиях, которые являются питателями к основным линиям. Росту этого бизнеса в ближайшем будущем может помешать стоимость бензина. В этом случае алкоголь, производимый в неограниченном количестве, мог бы быть заменен”.

Важным преимуществом употребления алкоголя является его сравнительная безопасность. В случае пожара масла и бензины плавают в воде, предназначенной для тушения пожара; спирт смешивается с этой водой, и пламя гасится.

Независимо от того, каким топливом являются двигатели внутреннего сгорания, будь то нефть, бензин или спирт, общественное признание неуклонно завоевывают двигатели внутреннего сгорания. На ферме они постепенно вытесняют лошадь. Двигатель, который ничего не стоит на холостом ходу, лущит кукурузу, пилит дрова, режет фураж, измельчает корма, отделяет и взбивает сливки, приводит в движение молотилку, вращает мельницу, поднимает воду и выполняет сотню других рутинных работ быстро, просто и дешево.

Объединенные паровые и газовые двигатели.

Мистер Генри Г. Стотт, главный инженер компании Interborough Rapid Transit Company, Нью-Йорк, недавно так подробно и наводяще рассказал об экономии на электростанциях, что вызвал интерес инженеров по всему миру.[42] Основываясь на записях огромного завода его компании на 74—й улице и Ист-Ривер, Нью-Йорк, он представляет эту таблицу средних потерь при преобразовании тепла из одного фунта угля в электроэнергию:-

[42] Перед Американским институтом инженеров-электриков, Нью-Йорк, 26 января 1906г.

Теплота сжигания угля, 14 150 британских тепловых единиц		100,0 %
, возвращаемая нагревателем питательной воды		3,1
Восстановленного экономайзера		6,8
		109,9
Потери в золе	2,4 %	
Потерь в дымовой трубе	22,7	
Потери в излучении и утечке в котле	8,0	
Потери в излучении трубы	0,2	
Подается в циркулятор	1,6	
питающий насос	1.4	

Потери при утечке и сбросы под высоким давлением	1.1		
, подаваемые на небольшие вспомогательные устройства	0.4		
Отопление	0.2		
Потери на трение в двигателе	0,8		
Электрических потерь[470]	0,3		
Потерь на излучение в двигателе	0,2		
Отводится в конденсатор	60,1		
Для размещения вспомогательных устройств	0,2	99,6	
, поставляемых на шинопровод		10,3	%

Диоксид углерода (CO2) поглощается раствором едкого поташа. Регистратор Ados, основанный на этом поглощении, позволил мистеру Стотту узнать долю углекислого газа в газах, поступающих в дымовую трубу, и чем выше эта доля, тем тщательнее сгорание. Сначала он находит в качестве элемента экономии осторожный обжиг, чтобы избежать “дырок” или тонких мест в огне, через которые расточительно проходит воздух, охлаждая печь. Следующим по важности является адаптация осадки к топливу: для мелкого антрацита требуется осадка в 1,5 дюйма воды; с осадкой в но .2 дюйма воды из одного фунта сухого каменного угля выпарилось 10,6 фунтов воды, при осадке в 1 дюйм этот показатель снизился до 8,7 фунтов. По оценкам мистера Стотта, научные методы обжига могут снизить потери в дымовой трубе до 12,7%, а возможно, и до 10%.

Учитывая потерю 8 процентов. в книге "Излучение и утечка в котле" он утверждает, что это в значительной степени связано с неэффективным схватыванием кирпича, который, помимо того, что пропускает излучение, пропускает много воздуха за счет инфильтрации. Решение заключается в использовании лучших методов настройки котла, таких как герметичный корпус из железных пластин, закрывающий облицовку карбонатом магнезии снаружи кирпичной кладки.

Что касается основных потерь, то они составляют 60,1%. что касается конденсатора, г-н Стотт отмечает, что перегрев может снизить их на 6%. Он отмечает, что при более высоких давлениях парового цикла поршневой двигатель имеет преимущество, в то время как при более низких давлениях паровая турбина более эффективна. Объедините их, замечает он, и используйте каждую там, где это выгоднее. Но, по его мнению, для максимальной экономии новый тип установки должен объединять как паровые, так и газовые агрегаты.

“Более года назад, - говорит он, - наблюдая за эффектом установки большой паровой турбины с чувствительным регулятором в сочетании с агрегатами с поршневым приводом, имеющими медленные регуляторы, мне пришло в голову, что в этом и заключалось решение проблемы газового двигателя; поскольку турбина немедленно начала действовать как идеальная аккумуляторная батарея; то есть аккумуляторная батарея, потенциал которой не упадет в момент набора нагрузки, поскольку все колебания нагрузки установки были восприняты паровой турбиной, и поршневые двигатели продолжали выдерживать почти постоянные нагрузки, в то время как нагрузка на турбину колебалась между ничего и 8000 киловатт за периоды менее десяти секунд.

“Комбинация газовых двигателей и паровых турбин в одной установке обещает повышение эффективности при одновременном устранении недостатков газового двигателя, а именно его неспособности выдерживать большие перегрузки. Паровую турбину легко спроектировать так, чтобы она обеспечивала 100-процентный режим работы. перегрузка в

течение нескольких секунд; и поскольку колебания нагрузки на любой установке, вероятно, в среднем не превышают 25%. максимум на 50 процентов. на несколько секунд может показаться, что если бы установка была спроектирована для нормальной работы с половиной мощности газовых двигателей и половиной мощности паровых турбин, то можно было бы позаботиться о любых колебаниях нагрузки, которые могут возникнуть на практике ”.

Подробно обсуждая производительность такой установки, г-н Стотт приходит к выводу, что ее средний общий тепловой КПД составил бы 24,5% по сравнению с 10,3%. на заводе, отчет о котором он представил.

Объединенное производство тепловой энергии.

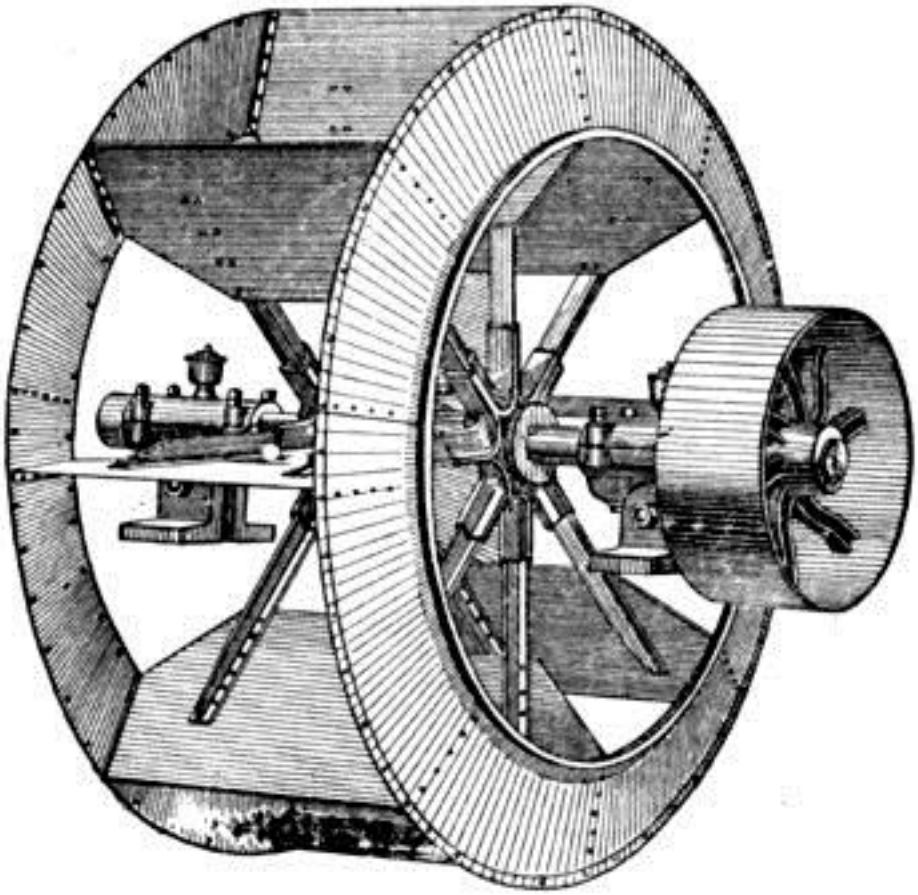
В списке сведений, составленном г-ном Стоттом, было указано, что не менее 60,1%. часть всего тепла от его топлива уходила в конденсатор, где, сливаясь с потоком Ист-Ривер, растрачивалась впустую. Если бы он использовал неконденсирующиеся двигатели, потери в выхлопных газах были бы больше, и все же, когда неконденсирующийся двигатель подключен к отопительной установке, все инвестиции могут оказаться намного более выгодными, чем когда конденсационные двигатели выбрасывают все тепло своих выхлопных газов. Давным-давно какой-то пионер с неназванным именем, используя неконденсирующийся паровой двигатель, обогревал свою фабрику или мельницу выхлопным паром. Летом этот пар лениво поднимался в воздух, зимой это экономило ему столько угля, что его движущая сила почти ничего не стоила. Объединив таким образом производство энергии и тепла, он показал, как показали немногие люди, как большие потери могут быть обменены на большую прибыль. В Северных Штатах и Канаде топливо используется в основном не только для отопления жилищ, но и для печей, в которых разливают чугун и сталь, для обжига керамики, изразцов и так далее. Когда требуются умеренные температуры, например, при обогреве дома, выхлопной пар служит превосходно, как и выхлопы газовых двигателей. Действительно, здесь мы обращаем внимание на ключевую ноту современной экономии топлива, которая заключается в том, что, по возможности, топливо должно сначала отдавать всю движущую силу, которая может быть выжата из него, тогда и только тогда, когда остальная часть его тепла, гораздо большая часть всего, должна использоваться для обогрева.[43] Этот план, уже принятый во многих случаях, может быть значительно расширен с прибылью. В доменных печах первая задача топлива выполняется при экстремальной температуре; по завершении этой работы газы сгорания могут быть очищены и направлены в газовые двигатели для производства движущей силы с минимальными затратами.

[43] Превосходная работа “Отопление и вентиляция зданий” Роллы К. Карпентер, профессора экспериментальной инженерии Корнельского университета, опубликована издательством John Wiley & Sons, Нью-Йорк. Четвертое издание, в значительной степени переписанное и полностью иллюстрированное. 1902, $ 4,00. В нем, между прочим, описаны лучшие методы обогрева выхлопным паром.

Обогрев и вентиляция с помощью вентиляторов.

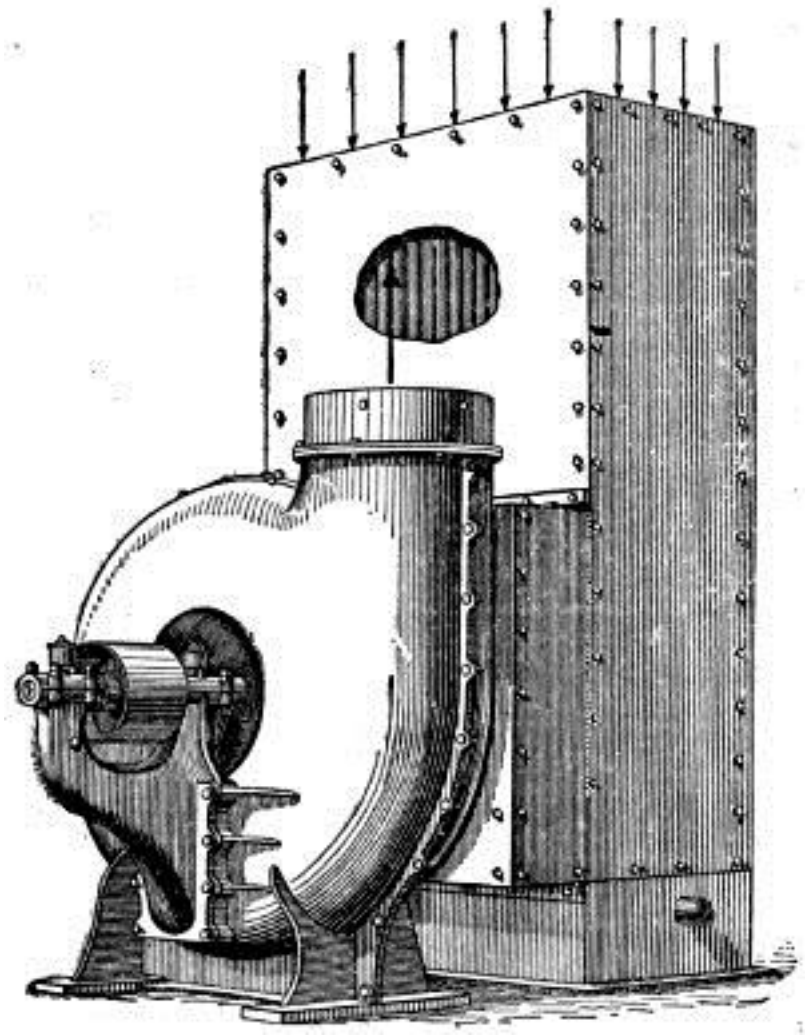
Настранице 380 было сказано несколько слов о методе, который в настоящее время становится все более популярным для обогрева механических цехов, направляя подогретый воздух туда, где он необходим, и не позволяя ему поступать туда, где он мог бы происходить сам по себе и тратиться впустую. На двух иллюстрациях показано колесо вентиляционного вентилятора Sturtevant без кожуха, а также вытяжка с монограммой и нагреватель на твердом основании, используемые во многих современных установках. Чистый выигрыш от

направления нагретого воздуха именно туда, где он приносит наибольшую пользу, сопоставим с выгодой от механической тяги печи по сравнению с естественной тягой. В нагревательных змеевиках, через которые вентилятор нагнетает воздух, может использоваться как живой, так и отработанный пар. Смотрите также иллюстрацию на странице 380.



Колесо вентилятора Sturtevant без корпуса.

Паровых установок, вырабатывающих как тепло, так и электроэнергию, быстро становится больше по всей Америке. Во многих случаях эти установки снабжают энергией один большой отель или офисное здание. Установка в Mutual Life Building, Нью-Йорк, мощностью 2400 лошадиных сил соперничает по размерам со многими центральными установками. В Фостории и Спрингфилде, штат Огайо, в Милуоки, Атланте и других крупных городах центральная станция обеспечивает теплом, светом и движущей силой значительный район.



Вытяжка с монограммой Sturtevant и нагреватель на твердой основе.

Централизованное паровое отопление.

В Локпорте, штат Нью-Йорк, городе с населением около 20 000 человек, более 350 жилых и служебных помещений отапливаются Американской District Steam Company, концерном, который установил более 250 подобных установок по всему Союзу. Преимущества этой системы очевидны: — повышается чистота; клиенты не обращаются с углем или золой, не разводят огонь или котлы; тепло подается более стабильно и равномерным образом, чем если бы оно поступало от отдельных котлов; тепло подается днем или ночью в течение отопительного сезона; снижается опасность пожара и исключается риск взрыва котла; вода может нагреваться для прачечных, ванных комнат и кухонь. Может использоваться дешевое топливо, которое топится машинами. Отдельный котел в здании должен быть достаточно большим для работы в самых тяжелых условиях; во многих случаях от него требуется лишь одна десятая-одна пятая его полной мощности с большим количеством побочных потерь. На центральной станции одновременно задействовано столько котлов группы, сколько может быть задействовано на полную мощность в зависимости от погодных условий.

В Локпорте паропроводы изготовлены из кованого железа, покрытого листовым асбестом, и заключены в круглый деревянный кожух, облицованный жестью, имеющий толщину 4 дюйма, с воздушным зазором около одного дюйма между жестью и асбестом. При своих наибольших размерах эта труба показала общую потерю излучения и проводимости лишь одной части из четырехсот на одну милю; на том же расстоянии самая маленькая труба

потеряла шесть процентов. В Локпорте используется горячий пар, но, как правило, отопительные установки снабжаются отработанным паром. Когда преобладает очень холодная погода, это может быть дополнено резервными котлами, которые подают горячий пар.

Стоит отметить тенденцию к максимально экономичному объединению услуг как теплоснабжения, так и электроснабжения. В Атланте недавно были введены в эксплуатацию двадцать две изолированные электростанции. На центральной станции была установлена система парового отопления, и в результате менее чем за год все изолированные установки, кроме двух, прекратили работу.

Изолированные растения.

Успех центрального вокзала в Атланте обусловлен умеренным размером его сборов. В прошлом поступали жалобы на тарифы, взимаемые центральными вокзалами. В будущем эта жалоба, вероятно, уменьшится, потому что изолированная установка по производству тепла и электроэнергии никогда прежде не была такой дешевой и эффективной в работе, как сегодня. Хорошо управляемые центральные станции расширяют свой рынок сбыта, делая ставку на максимально возможное использование электроэнергии. Например, в Бруклине компания Edison Electric Company взимает 10 центов за лошадиную силу в час с клиентов, использующих от 100 до 250 лошадиных сило-часов в месяц; по мере увеличения потребления увеличиваются и скидки, пока клиент, купивший 5000 лошадиных сило-часов, не заплатит 4 цента. Спрос на ток во всех его разнообразных применениях стимулируется энергией и адресом. Дом или квартира из семи комнат могут быть подключены к двенадцати лампам со всеми необходимыми приборами за 95 долларов. Вывески для рекламных целей предоставляются *бесплатно*при условии, что они будут освещены Компанией. Экономичность небольшого автомата со льдом или холодильника подчеркивается в течение всего лета, в то время как зимой комфорт и удобство электрического обогрева столь же очевидны для публики. Такая политика, как эта, учитывает непреодолимые факты современной конкуренции. Когда газ был единственным источником освещения, производимым только в огромных масштабах, обслуживаемым сложной схемой трубопроводов, которые в силу специфики дела попадали в одни руки, существовала ответственность за вымогательство. Сегодня в городах электричество, главный источник света, может быть отключено в любом месте просто, дешево и без нарушений, при этом выделяя при желании почти столько же тепла, как если бы топливо сжигалось только для того, чтобы ничего больше не производить. Среди подарков, преподносимых электриком, не последним является предоставление по самой низкой цене двух предметов первой необходимости. Но каким бы либеральным ни было руководство центральной станции, многие жирные сливы останутся без пудинга. Огромную гостиницу, офисное здание, фабрику или универмаг лучше всего обслуживать с помощью собственной установки, предназначенной для выработки как тепла, так и электроэнергии, и в этом случае электрический ток будет стоить намного дешевле, чем при покупке на центральной станции.

Иногда изолированный завод поставляет продукцию по соседству, причем по ценам ниже, чем на крупной центральной станции, которая может находиться на значительном расстоянии. В Ньюарке в здании Freie Zeitung в Нью-Джерси установлена электростанция мощностью 400 киловатт, которая снабжает соседей в двух кварталах электроэнергией по цене 6-8 центов за киловатт-час, в зависимости от объема их потребления. Необходимый трубопровод пересекает Кэмпбелл-стрит в этом сервисе. Представляется вероятным, что небольшие энергоцентры такого рода, не требующие франчайзинга, могут стать обычным явлением в ближайшем будущем, особенно если они объединены с системами отопления.

Привлекательной областью для таких установок являются новые жилые кварталы наших городов, где во многих случаях целый квартал может быть дешево и эффективно обслуживаться одним заводом.

Газ для получения тепла, света и электроэнергии.

Тепло, свет и движущая сила могут обеспечиваться либо паром, либо газом. Современная промышленность не привязывает себя к какому-то конкретному служащему, а, в свою очередь, выбирает того, который в конкретных обстоятельствах будет служить ей хорошо при наименьших затратах. Там, где природный газ доступен по низкой цене, он удерживает позиции. Но благоприятствуемая таким образом территория невелика, так что добывающий газ используется в гораздо больших масштабах. Мы уже видели (страница 461), как можно газифицировать уголь, извлекать ценные побочные продукты и протягивать дешевый газ по трубопроводам на многие мили без ущерба для конденсации, образующейся с паром, при этом его можно использовать для отопления и в качестве движущей силы. Когда этот газ горит при довольно высокой температуре, как газ Доусона, он дает с ториевыми оболочками хороший свет, являясь всесторонним конкурентом электричества. Производственный газ предпочтительнее твердого угля, потому что идеально чистый; он устраняет неприятный запах дыма и регулируется прикосновением. Мистер Ф. У. Харборд в своей работе о стали (см. стр. 177) говорит:—

“Легкость, с которой можно добиться идеального сгорания газа путем регулирования подачи газа и воздуха, готовность, с которой его можно довести до любой требуемой точки, перегреть или сжечь под давлением, создать окисляющее или восстанавливающее пламя по своему усмотрению, а также общий контроль, который можно осуществлять над размером и температурой пламени, в большинстве случаев с лихвой компенсируют снижение тепловых единиц за счет газификации. ... Необходимость перегрева топлива и недопущения контакта твердого топлива с металлической баней делают газообразное топливо незаменимым в мартеновской печи, и пока Siemens не решила проблему дешевой газификации угля, этот процесс производства стали был невозможен”.

Газообразное топливо используется не только в выплавке стали, но и в производстве стекла, керамики, химикатов и многого другого.

Когда газ используется в газовых двигателях для производства движущей силы, выхлопные газы, имеющие высокую температуру, могут с пользой применяться для нагрева воды или получения пара в целях обогрева.

Независимо от того, используют ли центральные станции пар или газ, или объединяют и то, и другое, несомненно, что объединение теплоснабжения, освещения и движущей силы, включая ту, которая требуется для тяги, во всех наших городах сопровождалось бы большой экономией, устранением большого дискомфорта и ненужной рутинной работы. Крупный город, такой как Нью-Йорк или Чикаго, может быть обеспечен этими тремя основными предметами первой необходимости из сравнительно небольшого числа центров.

ЭЛЕКТРОВОЗ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ Нью-ЙОРКА С ПОЕЗДОМ Из ПЯТИ ВАГОНОВ.

Электрическая тяга.

По прошествии многих лет такие центры могут быть обнаружены в отдаленных пригородах больших городов и соединять город с городом. Это главным образом потому, что электричество стало серьезным конкурентом пару в междугородних перевозках. К тому времени, когда будет напечатана эта страница, Центральная железная дорога Нью-Йорка и река Гудзон начнет курсировать пригородными поездами из Нью-Йорка на электричестве. Для этой услуги будут введены в эксплуатацию локомотивы, построенные компанией General Electric в Скенектади, штат Нью-Йорк. Мощность каждого составит от 2200 до 3000 лошадиных сил. В ходе тщательных испытаний локомотив этого типа достиг скорости пятьдесят миль в час за 127 секунд, тогда как паровозу "Пасифик” потребовалось 203 секунды; важное отличие, особенно там, где остановки частые. Каждый локомотив с составом вагонов весил 513 тонн. Паровоз с тендером весил 171 тонну; его электрический конкурент весил всего 100 тонн. Вот и весь выигрыш в том, чтобы оставить и печь, и котел дома, в то время как их питание поступает через специальную направляющую в состоянии покоя.

ГЛАВА XXXII
НЕСКОЛЬКО СОЦИАЛЬНЫХ АСПЕКТОВ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВА

Почему города выигрывают за счет страны . . . Фабричная система . . . Количество мелких магазинов увеличилось . . . Разделение труда перешло все границы и видоизменяется . . . Тенденции против централизации и монополии . . . Жилища, объединенные для новых услуг . . . Автономные дома, обогреваемые из центра . ... Литература об изобретениях и открытиях, хранящаяся в публичных библиотеках.

Дрейф в города.

В заключительной главе этой книги, возможно, будет позволительно на мгновение остановиться на некоторых социальных и национальных последствиях изобретения. Хотя, как мы видели в предыдущих главах, экономическая выгода изобретательности превосходит вычислительную, работа изобретателя принесла с собой как зло, так и добро, и это зло с дальнейшим развитием изобретательства явно уменьшается год от года. Столетие назад около десятой части населения Северной Америки жило в городах; сегодня в этих населенных пунктах проживает почти половина семей континента. Многие наблюдатели относятся к этому перемещению из страны в город с неприязнью и тревогой, не признавая его неизбежным. Они рисуют картины деревенских жителей, привлеченных поверхностными соблазнами города, жалким обменом на полноценность и свободу сельской жизни. Они утверждают, что при правильном воспитании мальчики и девочки, выросшие на ферме, останутся там, что принесет большую пользу им самим и нации. Эти критики упускают из виду подвиги изобретателя. Между 1870 и 1880 годами был усовершенствован и представлен самосвязывающийся комбайн. До его появления шесть или семь человек следовали за каждым комбайном, чтобы перевязать колосья зерна. После того, как самоклеящиеся изделия вошли в моду, пятеро из этих мужчин больше не были нужны. Другие изобретения, такие как плантаторы, лущилки для кукурузы и тому подобное, столь же экономичные с точки зрения затрат труда, были переданы в руки farmer в течение последних тридцати лет. В результате, чтобы вырастить на фермах продовольствие для миллиона мужчин, женщин и детей, сегодня достаточно значительно сокращенного персонала на местах по сравнению с тем, которое требовалось тридцать или сорок лет назад. И что стало с населением страны, таким образом, оставленным без работы производителями стали и латуни? Она незаметно проникла в большие и невеликие города, где, по большей части, производит новые удобства и предметы роскоши для всех людей, будь то в городе или деревне. В 1870 году из 100 наемных работников в Соединенных Штатах 29 были заняты в промышленности, торговле и транспорте; в 1900 году соответствующая цифра возросла до 40. Войдите этим утром в дом бережливого фермера или механика: вы ступаете по аккуратному ковру, видите хорошую мебель, пианино в гостиной, велосипед в сарае. На стенах висят привлекательные картины, по бокам от них полки с книгами и журналами. Во многих таких домах можно найти телефон и электрические лампы. Еще в 1870 году некоторых из этих вещей вообще не существовало, даже для богатых. Сегодня ими пользуются миллионы. То же самое и с одеждой: сегодня она лучше и дешевле, чем когда-либо прежде. Еда тоже стала более разнообразной и полезной, чем раньше, благодаря поезду-экспрессу, пароварке быстрого приготовления, холодильному складу. Все эти агентства по улучшению и многие другие действуют в городах как центрах капитала, промышленности и населения. В то время как изобретения, в основном, имели тенденцию делать города больше, чем когда-либо, сейчас они изменяют эту тенденцию благодаря быстрым троллейбусным линиям до пригородов, постоянному ускорению пароходного и железнодорожного сообщения и снижению тарифов. На окраинах Большого Нью-Йорка наемный работник все еще может купить землю для дома и небольшого сада, при этом бремя арендной платы, которое может ежегодно увеличиваться, снимается навсегда.

Заводская система и проверки к ней.

Именно в Англии в конце восемнадцатого века изобретатели впервые подняли засов для промышленной революции. Когда Джеймс Уатт изобрел свой паровой двигатель, и его мощность была применена для прядения и ткачества, эти задачи были перенесены из дома на фабрику, чтобы там их можно было выполнять более экономично. За ними последовали

другие отрасли промышленности, начиная от шлифовки красок и заканчивая изготовлением гвоздей, так что за несколько лет в сфере труда произошли глубокие перемены. По схеме раздельного труда фабричный рабочий сменил подмастерье, который с несколькими товарищами колол гвозди или натягивал проволоку в цехе размером не больше, чем тот, которым он мог бы когда-нибудь владеть сам. В связи с необходимостью занимать большие помещения, устанавливать двигатели и сложные механизмы капитал работодателя должен быть значительно больше, чем раньше, что создает новую зависимость со стороны рабочего и делает практически невозможным, чтобы у него когда-либо был собственный завод. Хотя фабричная система производства является общепринятой в Америке, она далека от универсальности. Многие ведущие производства, такие как производство текстиля, обуви и башмаков и так далее, обычно осуществляются на фабриках, в то время как некоторые важные отрасли промышленности, например, производство одежды, по большей части осуществляются в домах работающих людей или в небольших магазинах. В Массачусетсе в 1900 году, согласно переписи населения США того года, насчитывалось 200 508 рабочих рук на 1078 текстильных фабриках и обувных фабриках. Помимо этих отраслей промышленности, насчитывалось 28 102 фабрики и магазина, на которых работало 291 418 рабочих, в среднем по 10,57 на каждую.[44] Если брать Соединенные Штаты в целом, то перепись населения за 1900 год сообщает, что в небольших магазинах, торгующих товарами стоимостью 500 долларов или меньше каждый, насчитывается 127 419 человек. Предположительно, во всех этих случаях рабочий трудился сам, обычно в качестве ремонтника или подсобника, а не в качестве изготовителя новых изделий. На всех других производственных предприятиях, насчитывающих 512 675 человек, занято в среднем всего по 10,36 человека в каждом. Очевидно, что американская фабрика не настолько всепоглощающая, как полагают многие критики. В большей степени, чем принято считать, рабочие сегодня являются самими себе хозяевами или заняты в цехах, достаточно небольших, чтобы дать простор индивидуальной изобретательности и мастерству.

[44] Цитируется Эдвардом Аткинсоном в статье о тенденциях производства. Американская ассоциация социальных наук, 1904.

Допустим, сапожник, скажем, в Сент-Луисе, работая в собственном ларьке, становится лучше и счастливее, чем если бы на соседней фабрике он изо дня в день годами застегивал петельки или полировал каблуки. В то время как вред, наносимый трудящемуся крайним разделением труда, очевиден, его пагубные последствия уменьшаются не одним способом. Прежде всего, производительность современной фабрики настолько увеличила совместные дивиденды капитала и труда, что, хотя рабочий день становится короче, заработная плата увеличивается, и на каждый заработанный доллар покупается больше произведенных товаров, чем когда-либо прежде. Во-вторых, в некоторых крупных железнодорожных и других цехах рабочим последовательно поручают различные задания, чтобы они были более универсальными, более полезными в чрезвычайных ситуациях, чем если бы они когда-либо пробивали сталь или нарезали резьбу на болтах. Даже если результатом такого плана будет сокращение общего объема производства в течение года, стоит потерять немного денег, чтобы человеческая природа могла освободиться от отупляющего однообразия тяжелого труда. Высокая заработная плата и большие дивиденды стоят слишком дорого, если их покупать за счет нанесения вреда мышцам, нервам и мозгу.

Возрождаются ремесла.

И заметная группа ремесленников, немногочисленная, но неуклонно растущая, с электромоторами под рукой, сегодня наслаждается полной свободой от заводского звонка. Резчик по дереву, переплетчик, ткач по коже, кузнец декоративного железа, ткачиха ковров,

гончар, точильщик линз или печатник могут сегодня иметь собственную мастерскую и получать удовольствие от избранного и постоянно разнообразного труда, который дает им хлеб. В своих более простых формах современный токарный станок, ткацкий станок, печатный станок достаточно дешевы, чтобы быть по средствам беднякам, в то время как их продукция, проявляющая вкус и оригинальность, пользуется спросом. В прошлые времена Палисси, Харгривз и многие другие мастера своего дела усовершенствовали замечательное изобретение в маленькой мастерской. Мы можем ожидать, что в будущем искусство получит золотые дары от преемников этих людей, ощущая, как и они, растущий спрос на работы, выполненные с новыми совершенствами.

Тенденции против централизации.

До тех пор, пока в течение нескольких прошедших лет экономические силы Америки не пригрозили вскоре передать ее основные отрасли промышленности в руки горстки людей, настолько сильных и беспринципных, что были способны вымогать весомую и растущую дань. Предпринимаются попытки устранить эту опасность законодательными и судебными средствами с перспективой окончательного успеха. В этом месте, возможно, будет позволительно отметить, что прогресс изобретательства идет рука об руку с целями социальной справедливости. На страницах, непосредственно предшествующих этой главе, мы видели, как большие и невеликие города пытаются освободиться от монополии. Газоснабжение, по крайней мере, на старой производственной основе, должно быть единицей, испытывающей сильное искушение завышать цену для своих потребителей. Сегодня поле освещения разделено с электричеством, что показывает множество изолированных установок; когда они обеспечивают не только свет, но и тепло, их соперничество с центральными станциями может стать серьезным. В американских деревнях и небольших городках основным источником света является нефть, в значительной степени контролируемая компанией Standard Oil. От его притеснений можно спастись, поскольку фермер находит источник дешевого алкоголя в своей кукурузе, картофеле и свекле, даже в непригодных для продажи фруктах или испорченном зерне, готовых дать ему больше света, чем когда-либо давала нефть, и, кроме того, приводить в движение свою технику или возить урожай в ближайший торговый город. Улучшение дорог общего пользования по всему Союзу продолжается всерьез. По мере продвижения этой реформы мы можем увидеть, что автомобили с механическим приводом оказывают сдерживающее влияние на тарифы местных железных дорог. Паровые железные дороги уже сталкиваются с острой конкуренцией со стороны междугородних линий электропередач. Везде, где эти линии не поддаются поглощению или контролю со стороны паровозов, они служат фермеру так хорошо и дешево, что являются одним из главных благ, полученных им от изобретателя.

Возьмем один пример, выбранный из многих как наиболее яркий. Дейтон, штат Огайо, является центром междугородних линий, которые охватывают по своему размаху Урбану, Коламбус, Гамильтон и Цинциннати. На протяжении 220 миль этих линий компания Southern Ohio Express Company забирает банки с молоком, ящики с яйцами, ящики с ягодами, пачки табака с тысячи фермерских хозяйств. В более крупном бизнесе по перевозке зерна и живого скота расширение происходит постоянно, так что, кажется, недалек тот день, когда компания получит прибыль, установив коммутатор на каждой ферме вдоль своих линий, отправляя туда машины за всем, что фермер может продать. И сельский житель находит Дейтон таким же хорошим местом для покупки, как и для продажи; его торговцы предлагают товары получше и дешевле, чем можно купить в родной деревне или соседнем маленьком городке. Сегодня фермер или огородник, молочник или скотовод не считает малость своего капитала недостатком, которым он был бы десять лет назад. Имея междугороднюю линию,

проходящую рядом с его домом или перед его дверью, имея под рукой дешевый телефон и пользуясь бесплатной доставкой почты по сельской местности, он может продавать свою продукцию, когда ему заблагорассудится, и по лучшим рыночным ценам, платя посреднику лишь небольшой налог, или завершая сделку с прямотой, которая полностью исключает посредников.

Паровые железные дороги используют большие составы для перевозки на большие расстояния; электрические грузовые перевозки и экспресс-услуги переводят десятицентовики в доллары, собирая рыночные корзины, связки для швеи и прачки, пару букетиков саженцев для сада. Магистральные линии Америки с их широко раскинувшимися ответвлениями позволяют торговцам в городах и поселках покрупнее каждый день пополнять свои прилавки и полки. Запасы, следовательно, не обязательно должны быть такими большими, как в прежние времена, когда, скажем, к октябрю был запасен весь зимний товар. Изменение уменьшает объем требуемого капитала, расходы на аренду и страхование, а также ответственность за усадку и износ ценностей. Междугородние дороги расширяют эти преимущества для деревенского лавочника, который утром звонит со своими запросами в Толедо, Кливленд или Детройт, а днем расставляет заказанные товары на своих полках.[45]

[45] Outlook, Нью-Йорк, 7 января 1905г.

Новая домашняя архитектура.

Американские жилые дома, будь то городские или сельские, за сорок лет значительно улучшились по планировке и оборудованию. Говоря только о жилищах в городах, мы можем отметить, как дизайнеры и изобретатели продвигали комфорт и уют, пользу для здоровья и жизнерадостность. В конце Гражданской войны обычный дом в Филадельфии или Чикаго, вышедший из рук строителя, представлял собой не что иное, как голую коробку. В него приходилось заносить печи для разогрева и приготовления пищи, у стен стояли тяжелые и неуклюжие шкафы, в шкафах, которые можно было легко передвигать, но которые было нелегко сдвинуть, хранились одежда и столовое белье. В арендуемых домах газовые приборы могли принадлежать арендатору; когда он забирал их, в стенах и потолках появлялись уродливые проломы. Сегодня все это осталось в прошлом: в важных деталях дизайн особняка воплощен в сравнительно небольших жилищах. Печи для отопления, плиты для приготовления пищи являются неотъемлемой частью здания; газовые и электрические приборы, дающие как свет, так и тепло, предусмотрены так же, как и водопроводные краны; в каждой спальне есть свой шкаф для одежды вместо громоздкого гардероба. На кухне мы находим встроенные в стены комоды и шкафы для посуды; в прачечной есть стационарные корыта для стирки, а в некоторых случаях и сушильная комната, так что прачке все равно, пойдет ли дождь в день стирки. Цель всего этого состоит в том, чтобы дом и его оборудование, насколько это возможно, составляли единое целое, чтобы труд по ведению домашнего хозяйства был максимально сведен к минимуму за счет разумных затрат капитала при строительстве дома.

Электричество в доме.

С 1900 года американский домохозяин, так же как и американский бизнесмен, осознал, что телефон может сделать для него. Подсчитано, что в 1905 году телефон в Соединенных Штатах зарабатывал в четыре раза больше, чем телеграф. Близок день, когда каждая семья, кроме самой бедной, сможет воспользоваться замечательным подарком профессора Белла. Примерно таким же образом до общественности доходит, что электричество готово

оказывать и другие услуги, каждая из которых незначительна, но все, в совокупности, значительно способствуют укреплению здоровья и комфорта в доме.

В Скенектади, штат Нью-Йорк, мистер Х. В. Хиллман, помимо отопления зимой, использовал электричество для многих домашних задач, результаты которого описаны и проиллюстрированы в журнале Technical World, Чикаго, июль 1906 г. Его кухонное оборудование для семьи из пяти человек включает электрический стол, духовку, сковородку для приготовления кексов, бройлер, мультиварку для приготовления каш, водонагреватель, яйцеварку, пароварку для картофеля, сковороду, кофеварку и плиту для обычных кухонных принадлежностей. Для стирки предусмотрен электрический утюг с никелевым покрытием весом в три фунта. В столовой есть электрическая жарочная машинка и кофеварка. На веранде и в кабинете есть электрические зажигалки для сигар. В швейной комнате машинка приводится в движение электродвигателем. В ванной комнате есть электрическая кружка, которая нагревает воду для бритья менее чем за минуту; в прохладную погоду светящийся радиатор излучает лишь небольшое тепло, которое обеспечивает комфорт, а не дискомфорт. Конечно, по всему дому электрические лампы обеспечивают максимум удобства и полезности при минимальном риске.

Насколько эта услуга сопоставима по стоимости с использованием угля и газа? При цене угля 6,50 доллара за тонну и газа 1,30 доллара за тысячу кубических футов среднемесячные расходы раньше составляли 6,00 доллара; при оплате электричества счета всего на 69 центов больше в месяц, что является сущим пустяком по сравнению с повышением комфорта, избавлением от тяжелой работы, продвижением чистоты. Тариф на электроэнергию, используемую для освещения, составляет 10 центов за киловатт-час, на отопление - только половину этого тарифа.

Мистер Хиллман не использует электрическое отопление для обычного обогрева: это обошлось бы ему слишком дорого. Очень многих людей озадачивает тот факт, что электрический ток, дающий идеальное освещение по разумной цене, должен в аналогичной задаче обогрева не выдерживать конкуренции с обычной плитой. Чтобы решить эту головоломку, давайте поместим наши руки над группой из 15 ламп накаливания Эдисона, каждая мощностью по 16 свечей, что составляет одну лошадиную силу, но выделяет тепла не больше, чем если бы три унции угля медленно сгорали в течение часа. Это электричество может стоить нам десять центов в час, уголь - всего лишь пятнадцатую часть одного процента. При создании механического движения на электростанции двигатели расходуют не менее девяноста процентов. подводимого тепла. К этому тяжелому налогу следует добавить расходы на распространение, администрирование и техническое обслуживание. Таким образом, до тех пор, пока электрик не достигнет режима создания своего тока из тепла без огромных потерь, характерных для нынешней практики, мы не можем рассчитывать на него в качестве системы общего отопления. В этой книге уже было сказано несколько слов о методах централизованного теплоснабжения с помощью пара. Заслуживает упоминания еще один план. В Бруклине строительная компания Morris снабжает с центрального завода пятьдесят два жилых дома горячей водой, которая служит не только для отопления, но и для приготовления пищи и стирки. Вода нагревается частично горячим паром, частично выхлопными газами паровых двигателей.

Предлагаемые экспонаты.

Подобный эксперимент, приборы в работе мистера Хиллмана, предполагают экспонаты, которые могли бы стать частью помещений сельскохозяйственных колледжей и технических школ. Эти учреждения обычно требуют для своих сотрудников таких жилищ, которые не

были бы слишком большими и дорогостоящими для обычных домовладельцев. Эти жилища, тщательно спроектированные и оборудованные, могут служить примерами наилучшей практики в строительстве, планировании и назначении; в надежных методах отопления от центральной электростанции. В подходящее время они могут быть открыты для общественного осмотра. Их стоимость может варьироваться от 1000 до 5000 долларов, самые дешевые из них строятся из дерева, другие - из кирпича, камня или бетона. Вся мебель и фурнитура должны быть выбраны с учетом их полезности, долговечности и необходимости обслуживания с наименьшими затратами труда. Каждый дом должен содержать в своем главном помещении карточку с указанием стоимости здания, с указанием сметы затрат, если они выполнены из других материалов. Иногда этот план может быть распространен на содержимое домов, каждый предмет в дни показа должен иметь соответствующую маркировку. Серия таких домов, как правило, позволяет довести обычную планировку дома и ведение домашнего хозяйства до наилучшего уровня. Многие книги и журналы предлагают архитектурные схемы, которые мало кто может понять, но каждый может увидеть, насколько привлекателен хороший план, реализованный в доме, который он неспешно посещает. На выставках, таких как в Чикаго и Сент-Луисе, архитектора и экспонента привлекает скорее удивление, чем полезность. Он показывает нам замки из Германии, дворцы из Италии, замки из Франции, обставленные с дорогостоящим великолепием. Но хотя средняя заработная плата американца составляет одиннадцать долларов в неделю, эти дисплеи мало что могут дать в качестве образцов для подражания.

СПРАВКА О ЛИТЕРАТУРЕ По ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ

В этом томе то тут, то там упоминаются книги об изобретениях и открытиях. Читателю могут потребоваться дополнительные ссылки, и в этом случае он может найти их в ближайшей к дому публичной библиотеке. В течение последних нескольких лет публичные библиотеки Америки уделяли особое внимание своим образовательным отделам, становясь все более и более достойным дополнением к государственным школам.

В Библиотеке Карнеги в Питтсбурге технологическим отделом руководит мистер Харрисон У. Крейвер, выпускник политехнического института, имеющий опыт работы практикующим химиком. Коллекция в основном соответствует тематике, представляющей местный интерес, и включает в себя широкий спектр отраслевых журналов. Поддерживаются указатели к статьям в технических журналах. На полках представлены папки с патентами ведущих стран мира. Время от времени составляются и выпускаются краткие списки книг по актуальным темам. Работники получают советы и личную помощь от людей, прошедших научную подготовку. На вопросы отвечают по почте и телефону. Примечания к книгам прилагаются к их названиям на каталожных карточках и в ежемесячном бюллетене.

Помощь мистера Крейвера распространяется и на другие публичные библиотеки, в том числе на Провиденс. Здесь промышленный отдел содержит около 7600 томов, в основном посвященных основным отраслям промышленности города — текстилю, электротехнике, машиностроению и искусству дизайна, особенно ювелирному. К услугам рисовальщиков отдельная комната: для переписчиков, которые приносят с собой фотоаппараты, имеется темный чулан. Когда выходит новая книга, читатель или художник, которые, вероятно, захотят ее получить, уведомляются об этом.

В Бесплатной библиотеке Института Пратта в Бруклине есть справочный зал по прикладным наукам, в который входят 115 научных, технических и отраслевых журналов. В нем собрана большая коллекция торговых каталогов, должным образом классифицированных, а также коллекция разрезов машин и механических устройств. Хранитель считает своим долгом

посещать соседние фабрики и мастерские, чтобы предоставить все публикации, которые могут быть полезны. Использование этого отдела неуклонно растет, что заметно сказывается на доле научных книг, взятых из общей библиотеки для домашнего чтения.

В Ньюарке, городе многочисленных и разнообразных производств, также есть первоклассная публичная библиотека. Научные книги в том виде, в каком они получены, доводятся до сведения общественности через прессу и посредством ежемесячного бюллетеня, рассылаемого по почте любому лицу по запросу. Для безвозмездного распространения подготовлены краткие списки избранных работ по отдельным отраслям прикладной науки: в каждую книгу серии вклеен полный список в качестве руководства для расширенного чтения. Читателям предлагается попросить любую книгу, которой нет в библиотеке, которая, по их мнению, могла бы им пригодиться.

Это лишь несколько примеров работы публичных библиотек по всему Союзу. В штаб-квартире Американской библиотечной ассоциации выпускаются разнообразные пособия для читателей и студентов: их список приведен на странице, следующей за указателем к этой книге. Будем надеяться, что в один прекрасный день Ассоциация учредит бюро, через которое лучшие критики смогут распространять литературу по прикладным наукам и всю другую достойную литературу на благо всего народа. Такая услуга пошла бы на пользу не только тем, кто берет книги напрокат в публичных библиотеках, но и оказала бы помощь мужчинам и женщинам, которые покупают книги для своих собственных библиотек.

ПЛАМЯ, ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И КАМЕРА

ДЖОРДЖ АЙЛЗ

Краткий и блестящий рассказ об основных способах использования огня, электричества и фотографии. Паровая турбина, производство предельного холода, рентгеновский аппарат, открытие чувствительной пластины, направленной в небо, цветная фотография, беспроволочный телеграф - вот некоторые из описанных и объясненных изобретений.

Исходные положения книги таковы:

Доказательство того, что Электричество может делать все, что делает Огонь, делать это лучше, а затем выполнять бесчисленные задачи, которые невозможно воспламенить.

Показано, что фотография стала единственным радикальным достижением в изобразительном искусстве с момента зарождения искусства. В старые времена объект нужно было увидеть, прежде чем его можно было запечатлеть; сегодня новые небеса и новая земля сначала запечатлеваются в камере, чтобы только потом предстать глазу.

До сих пор эволюцию объясняли простым превосходством в быстроте, силе, зрении. Эта книга показывает, как способность изменять формы вещей переросла в способность изменять также и их свойства. Когда мастер по изготовлению стрел, ударяя кремнем о кремень, разжигал пламя и повторял этот трюк по своему желанию, он сразу же открывал человечеству новый мир, несравненно более высокий и обширный, чем если бы он просто научился лучше прицеливаться, чутче улавливать шелест листьев или крыльев. Подобное превращение старых ресурсов в новые, бесконечно большего масштаба, привело человека к

господству над Природой, в то время как его ближайшие родственники остаются дикими животными.

Полностью иллюстрированный цветной фронтиспис, 2 доллара.

DOUBLEDAY, PAGE & CO.,
16-я Восточная улица, 133, Нью-Йорк

ПОСОБИЯ ДЛЯ ЧИТАТЕЛЕЙ И СТУДЕНТОВ

Литература по американской истории под редакцией Дж. Н. Ларнеда. Ткань - 6 долларов (почтовые расходы - 30 центов); овца - 7,50 доллара; половина марокко - 9 долларов.

Сорок ученых и критиков, каждый из которых является признанным авторитетом в определенной области американской истории, отобрали 4000 представленных здесь работ и снабдили их краткими описательными и критическими замечаниями. Названы главные исторические общества Америки с указанием их наиболее важных проблем. Канадское отделение редактировал покойный Уильям Макленнан из Монреаля. Профессор Эдвард Ченнинг из Гарвардского университета составляет списки для школьной библиотеки, городской библиотеки, Действующей библиотеки.

Приложение за 1900-01 год, под редакцией П. П. Уэллса. Ткань, 1 доллар. (почтовые расходы, 9 центов)

Американские названия, включенные в “Аннотированные названия книг по английской и американской истории”, образуют Приложения за 1902 и 1903 годы. Бумага, по 1 доллару за штуку. Приложение за 1904 год, 25 центов.

Указатель общей литературы Американской библиотечной ассоциации. 2-е издание. Ткань, 10 долларов. (почтовые расходы, 52 цента)

Руководство по справочным книгам, Элис Б. Крюгер, ткань, 1,25 доллара (почтовые расходы, 10 центов)

Книги для девочек и женщин и их клубов, 2100 названий с примечаниями. Под редакцией Джорджа Айлса. Ткань, 90с. (почтовые расходы, 10с.)

Чтение для молодежи. Приложение (1890-95), М. Э. и А. Л. Сарджент. Ткань, 50с. (почтовые расходы, 10с.)

Книги для девочек и мальчиков, К. М. Хьюинс. 2-е издание. Бумага, 15 центов. 5 долларов за 100.

Список французской художественной литературы, автор мадам. Софи Корню и Уильям Бир. Бумага, 5с.

Список книг Американской библиотечной ассоциации. 50 центов в год; 2 доллара за 100 экземпляров для отдельных номеров.

Аннотированный список текущих книг, дополняющий каталог A. L. A. за 1904 год. Выходит ежемесячно, за исключением июня, июля, августа и сентября.

Библиотечные брошюры, бумага, 5с.

Библиотечные справочники, бумага, 25с.

ИЗДАТЕЛЬСКИЙ СОВЕТ АМЕРИКАНСКОЙ БИБЛИОТЕЧНОЙ АССОЦИАЦИИ
,
Ньюбери-стрит, 34, Бостон, Массачусетс.

ПРИМЕЧАНИЯ ПЕРЕПИСЧИКА

Эта транскрипция соответствует оригинальному тексту, включая непоследовательную расстановку переносов и написание. Ударения и диакритические знаки для неанглийских слов добавлены не были, за исключением случаев, упомянутых ниже.
Названия глав, перечисленные в Оглавлении, и названия, приведенные перед главами, имеют некоторые различия; ни то, ни другое не изменялось.
Страница 42, иллюстрация Арочный мост из стальной трубы: "Саксондейл", вероятно, ошибочно означает "Саксонвилл", используется в другом месте текста.
Страница 263, Кубинский светлячок, в натуральную величину: масштаб иллюстрации не обязательно соответствует натуральному размеру.
Страница 433, абзац Concrete теперь ...: в оригинальной работе отсутствует заключительный знак кавычки.
Страница 459, 470: CO^2, как напечатано в оригинальной работе.

Изменения, внесенные в текст:
Незначительные очевидные пунктуационные ошибки были исправлены автоматически.
Сноски были перенесены непосредственно под абзац, где на них даны ссылки; иллюстрации были перенесены из внутренних абзацев.
Страница xvi: "Более простой" заменен на "строгальный"
Страница 43: начальный знак кавычки, добавленный ранее, был отличным конструктивным ...
Страница 132: слегка изменено на незначительно
Страница 162: сноска [13] в оригинальной работе не имеет маркера сноски; один был предоставлен автором перевода
Страница 180: стр. 254 изменена на стр. 255
Страница 219: paqyrus заменен на papyrus
Страница 260: Ammorphila заменена на Ammophila
Страница 297: начальный кавычковый знак добавлен перед указательными растениями
Страница 326: Ashersleben заменен на Aschersleben
Страница 443: des Peres заменен на des Pêres, как и везде
Страница 490: облицовка Брантфордской усадьбы заменена на облицовку 2 его Брантфордской усадьбы
Страница 494: Фрауэнхофер заменен на Фраунгофер
Страница 495: 473-374 заменено на 473-474
Страница 500: Шакерс заменен на Шукерс (и перемещен в нужное алфавитное место)
Страница 501: Фрауэнхофер заменен на Фраунгофер
Страница 502: номер страницы 241 вставлен после материалов Американского общества по
Страница 503, облицовка 156 заменена на облицовку 164 .